COMPTE RENDU SOMMAIRE

ET

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

1939

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

COMPTE RENDU SOMMAIRE

ET

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

CINQUIÈME SÉRIE

TOME NEUVIÈME

Année 1939

PARIS

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FR

28, Rue Serpente, VI^e^

1939

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

NOTES ET MÉMOIRES

1939

6 octobre 1939. Bull. Soc. Géol. Fr. (5), IX. — 1

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

Polypiers récoltés par M. P. Sénesse dans le Santonien de La Jouane, Cne de Sougraigne (Aude)

par **J. Alloiteau** [1].

Planche I.

M. P. Sénesse a ramassé, dans des gisements inconnus ou peu étudiés du Crétacé supérieur des Corbières, un important matériel de Polypiers qu'il a bien voulu me charger d'identifier. J'étudierai, dans cette note, les fossiles recueillis à La Jouane dans des couches que M. Sénesse rapporte au Santonien supérieur. Des notes ultérieures feront connaître ce qu'il a trouvé dans d'autres gisements du même âge puis dans d'autres étages. Un travail en cours me permet enfin de reprendre, avec plus de détail, l'étude de l'ensemble des Polypiers du Crétacé des Corbières grâce aux matériaux conservés à la Sorbonne, ou recueillis par M. le Professeur Jacob, ou récoltés par moi-même sur de nombreux gisements que je dois à l'obligeance de M. Sénesse d'avoir pu connaître.

Liste des espèces [2].

* *Trochocyathus jouanensis* nov. sp.
* *Caryophyllia jouanensis* nov. sp.
* *Caryophyllia* sp.
Trochosmilia granifera J. Haime
Trochosmilia patula Michelin
Trochosmilia cf. *Dumortieri* J. Haime
* *Parasmilia Gravesi* M. Edw. et H. var. *Mantelli* Dunc.
* — *Gravesi* M. Edw. et H.
* — *cornucopiæ* nov. sp.
* — *centralis* Mantell sp. var. *æquicostatus* nov. var.
* *Placosmilia Parkinsoni* M. Edw. et H. (G)

1. Note présentée à la séance du 21 novembre 1938.
2. Les espèces dont le nom est précédé d'un astérisque n'ont pas encore été signalées dans les Corbières ; celles dont le nom est suivi de (G) sont communes avec celles du Crétacé supérieur de Gosau.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

* *Losphomilia corbarica* nov. sp.
* *Diploctenium lunatum* Brug. sp. (G)
* — *ferrum-equinum* Reuss (G)
* *Heliastræa coronata* Reuss sp. (G)
* *Cladocora tenuis* Reuss (G)
Leptoria radiata Mich. sp. (G)
* — *Senessei* nov. sp.
* — *Koninckı* M. Edw. et H. (G)
* — *delicatula* Reuss sp. (G)
* *Cycloria patellaris* Reuss (G)
* *Rhabdophyllia tenuisepta* nov. sp.
* *Mesomorpha mammilata* Reuss sp. (G)
* — *alveolaris* Oppenh. (G)
* *Synastræa leptophyllia* Reuss sp. (G)
* *Synastræa procera* Reuss (G)
Dimorphastræa Haueri Reuss (G)
* — *parvistella* Oppenh. (G)
* *Dimorphastræa Wæhneri* Felix (G)
* — *sulcosa* Reuss var. *minor* (Felix) (G)
* — *sulcosa* Reuss (G)
* — *turonensis* de From.
* — *montuosa* Felix sp. (G)
* *Hydnophorella Jacobi* nov. sp.
* *Astraræa columellata* Oppenh. (G)
* — *media* Sow. sp. (G)
* — *corbarica* nov. sp.
* — *Senessei* nov. sp.
* — sp.
* *Mæandraræa morchella* Reuss sp. (G)
* — *tenerrima* Oppenh. (G)
* — *asperrima* Reuss sp. (G)
Cyclolites ellipticus Lamk. var. *subcircularis* Oppenh. (G)
— *Reussi* de From.
— *Michelini* Oppenh. (= *Cyclolites hemisphærica* Mich.) (G)
* — *Senessei* nov. sp.
* — *enigma* nov. sp.
— *tenuiradiatus* E. de From.
Leptophyllia conica de From.
* — *trochiformis* Oppenh. (G)
* — *ramosæcostata* nov. sp.
* *Placocœnia Lanquinei* nov. sp.
Placocœnia Dumortieri de From. (G)
* — *Senessei* nov. sp.
* *Heterocœnia costata* Felix (G)
* *Astrocœnia subdecaphylla* Oppenh. (G)
— *reticulata* Goldf. sp. (G)
— *decaphylla* Mich. sp. (G)

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

— *ramosa* Sow. sp. (G)
— *Koninckı* M. Edw. et H. (G)
* — *Orbignyana* M. Edw. et H. (G)
* *Stephanocœnia formosa* Goldf. sp. (non *St. formosissima* Sow. sp.) (G)
Columnastræa striata Goldf. sp. (G)
* *Haplohelia ornata* Felix (G)
* *Rhipidogyra granulata* nov. sp.
* *Dendrogyra Senessei* nov. sp.
* *Actinacis Haueri* Reuss (G)
* — *Reussi* Oppenh. (G)
* — *parvistella* Oppenh. (G)
* *Milleporella Marticensis* Y. Dehorne
* *Chœtetes* sp.

Espèces nouvelles.

1. *Trochocyathus jouanensis* nov. sp.

Pl. I, fig. 1.

Dimensions. — Hauteur : 8 mm.
Diamètre du calice : 8 mm.

Description. — Petite forme simple, turbinée, arquée à la base. Paroi externe recouverte d'une épithèque pelliculaire ornée d'une fine granulation. Sous le vernis épithécal apparaîssent des côtes épaisses, inégales, finement granuleuses; celles du premier ordre sont nettes dès la base, celles du second commencent à s'individualiser sous forme d'une file de granulations fines à la moitié de la hauteur. Près du bord calicinal elles sont très inégales, fortement saillantes, séparées par des sillons profonds pourvus également de granulations.

Il existe une muraille vraie (eutheca).

Calice circulaire avec 48 septes inégaux (4 cycles complets). Douze grands (des deux premiers cycles), d'épaisseur presque constante sur toute leur largeur, sont terminés par un pali à leur bord interne. Douze moyens (troisième cycle) presque aussi larges que les précédents, terminés comme eux par un pali parfois très épais, n'atteignent que la moitié de la largeur des premiers. Les vingt-quatre autres septes sont rudimentaires; ils correspondent aux plus faibles côtes.

Une columelle spongieuse très développée est formée par un enchevêtrement de dents septales qui s'unissent entre elles et aux palis du premier cycle et parfois aussi du second.

Rapports et différences. — En général les *Trochocyathus* crétacés sont plus ou moins arqués, cependant *Tr. conulus* Mich. sp. est droit et possède un calice circulaire mais des côtes sub-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

égales ou légèrement inégales près du bord calicinal. Toutes les espèces miocènes (*Tr. mitratus* ; *Tr. crassus* ; *Tr. simplex* ; *Tr. costulatus*) se distinguent par la minceur du système septal. C'est avec *Tr. Lakii* DUNCAN des couches à *Cardita Beaumonti* de l'Inde méridionale que l'exemplaire de La Jouane présente le plus d'affinités mais il en diffère par sa muraille beaucoup plus granulée et son appareil septal (surtout le quatrième cycle) plus rudimentaire.

2. *Caryophyllia jouanensis* nov. sp.

Pl. I, fig. 2.

Dimensions. — Haut. : 14 mm.
Diam. : 11 mm.
Nombre de septes : 56.
angle du pédoncule : 50°

Description. — Petite forme simple, libre, turbinée et droite. Pas d'épithèque mais une muraille vraie (eutheca) costulée et granulée.

Les côtes épaisses sont inégales de deux en deux, les grosses visibles depuis l'extrémité du pédoncule, où elles se forment à l'aide d'une seule file de granulations ; au cours de la hauteur une autre puis une troisième file se joignent parallèlement à la première.

Calice assez profond, renferme 56 septes inégaux de deux en deux, très minces, flexueux ; leurs faces latérales portent des granulations assez rares mais fortement proéminentes et épineuses.

Devant les septes des premier et second cycles existent des palis longs et épais; ces mêmes organes existent devant les septes du cycle suivant mais plus minces, flexueux et pourvus comme les septes eux-mêmes de granulations spiniformes.

Columelle spongieuse très développée occupant exactement l'axe de la cavité gastrique.

Rapports et différences. — Quoique très polymorphe, *Car. Arcotensis* FORBES sp. peut, par la forme générale et les dimensions, s'identifier à l'exemplaire de la coll. Sénesse mais il en diffère par sa muraille peu ornée et par son appareil septal (48 septes seulement). De même si, par sa forme et ses dimensions, *Car. jouanensis* rappelle *Car. granulifera* STOL., *Car. Koninckı* M. EDW. et H., *C. decemplex* DE FROM. provenant respectivement de l'Ootatoor de l'Inde méridionale, du Maestrichtien de Maestricht et Ciply, du Sénonien de Northfleet (Angleterre) il s'éloigne de ces trois espèces par la disposition de son appareil septal.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

3. ***Parasmilia cornucopiæ*** nov, sp.

Pl. I, fig. 4.

Dimensions. — Haut. : 42, 5 mm.
Diam. : 15/15, 4 mm.
Nomb. de septes : 64.

Description. — Polypier simple, libre mais présentant à l'extrémité du pédoncule une cicatrice de fixation réduite qui serait l'indice d'une vie fixée pendant le jeune âge. Arqué dans toute sa hauteur et non plus seulement dans la région pédonculaire, il a l'aspect d'une petite corne.

Muraille peu épaisse mais avec les caractères d'une eutheca, recouverte de côtes inégales de deux en deux, toutes ornées de granulations éparses, très fines qui, par endroits, occupent même le fond des sillons intercostaux assez profonds.

Calice subcirculaire, profond de 6 à 7 mm. avec au centre exactement, une fossette circulaire au fond de laquelle apparaît une columelle fasciculaire formée par entrelacement de 7 ou 8 tigelles irrégulièrement tordues.

Septes très minces formant seize systèmes égaux. Chaque système étant délimité par deux grands septes comprend en son milieu un septe du troisième cycle un peu moins large mais aussi épais que les deux plus forts et de part et d'autre du septe médian deux autres très peu développés. Tous portent sur leurs faces latérales des granulations saillantes, parfois spiniformes et sont, sauf ceux du dernier cycle, renflés à leur bord interne.

Rapports et différences. — Ne peut être comparé par la forme générale et les dimensions qu'à certains exemplaires arqués de *P. Fittoni* M. Edw. et H. du Sénonien d'Angleterre (Norfolk-Kent) mais il s'en distingue par l'ensemble de l'appareil septal ; *P. Fittoni* adulte et de même taille que l'échantillon de la coll. Sénesse possède en effet 48 septes seulement.

4. ***Lophosmilia corbarica*** nov. sp.

Pl. I, fig. 6.

Dimensions. — Haut. : 7,7 mm.
Diam. : 15 mm. sur 8.
Fossette calicinale : 3, 5 sur 1, 5 mm.
Nomb. de septes : 96.

Description. — Petit polypier simple, trochoïde, évasé, fixe par une base relativement large (5 mm.).

Muraille sans épithèque ; paraissant être une eutheca.

Côtes peu différenciées à la base mais très accentuées près du bord calicinal, granulées et inégales de quatre en quatre. Les vingt-quatre plus fortes portent deux ou trois rangées de granulations parfois con-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

fluentes et vers le milieu de leur étendue un renflement cristiforme de faible longueur; entre deux grosses côtes consécutives s'étend, au milieu de l'intervalle, une côte aussi épaisse mais constituée depuis la base du pédoncule jusqu'à la moitié de sa hauteur par une seule file de granulations très fines ; de chaque côté de cette côte moyenne une autre individualisée seulement près de la périphérie du calice et indiquée sur le reste de sa longueur par de très fins granules.

Septes légèrement débordants, droits ; 5 cycles formant 12 systèmes. Les septes des premier et deuxième cycles, subégaux, s'étendent jusqu'à la cavité columellaire étroite et de section elliptique ; ceux du troisième cycle sont aussi épais que les précédents et atteignent environ les 4/5 de leur largeur; ceux du quatrième cycle ont au plus le 1/3 de la largeur des plus grands et sont un peu moins épais; ceux du dernier cycle sont à la fois très courts et très minces.

Au fond de la fossette, disposée dans le plan du grand axe, existe une columelle lamellaire épaissie en son centre. Il m'a été impossible d'observer la nature du bord septal supérieur et l'ornementation des faces latérales.

Rapports et différences. — L'aspect extérieur est celui de *Trochosmilia depressa* DE FROM. qui provient de la même région ; malheureusement de Fromentel ne donne pas sur l'origine de son fossile de précision suffisante. D'autre part, son étage « Turonien » est le même que celui de d'Orbigny et comprend, comme on l'a reconnu depuis, le Turonien (s. st.), le Coniacien, le Santonien et le Campanien. Il se pourrait que l'échantillon de la coll. Sénesse et l'exemplaire de de Fromentel appartiennent à la même espèce ; ils possèdent une costulation identique, même disposition de l'appareil septal, même cavité columellaire, mais la columelle lamellaire du fossile de La Jouane, l'éloigne complètement des *Trochosmilies*. Il m'a été impossible d'étudier l'espèce de de Fromentel et de m'assurer si la columelle est absente.

Lophosmilia corbarica ne s'identifie à aucune des espèces cénomaniennes décrites et figurées dans la Paléontologie française ou dans la littérature étrangère. Je n'ai trouvé dans les terrains antécénomaniens ou post-éocènes aucune espèce présentant les mêmes caractères. Avant la découverte de M. Sénesse aucun représentant de ce genre n'avait été, à ma connaissance, signalé dans les terrains compris entre le Cénomanien et l'Éocène.

5. *Leptoria Senessei* nov. sp.

Pl. I, fig. 7.

Dimensions. — Haut. totale : 36 mm.

Section transvers. { D = 11 mm. / d = 8 1/2.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Nomb. de septes : 14 par 3 mm. soit environ 23 ou 24 par 5 mm.
Larg. des vallées : 1 1/4 mm.

Description. — M. Sénesse a récolté un seul fragment d'une colonie ramifiée. Le rameau étudié a une section elliptique à la base, surciculaire vers le sommet.

Les vallées très courtes, très sinueuses, sont aussi très étroites. Les calices ne sont pas tout à fait indistincts mais subdistincts.

Septes inégaux de deux en deux, paraissant appartenir à deux ordres seulement ; ceux du premier sont renflés en massue à leur bord interne (columellaire) tandis que leur bord externe se termine en biseau ; les plus petits septes ont généralement leurs bords en biseau. Pas de confluence absolue entre les septes correspondants de deux séries voisines, il en résulte une sorte d'étranglement à l'endroit où les bords septaux aboraux se rencontrent et, au sommet des collines, un sillon bien marqué. Le bord supérieur est nettement denté et porte sur sa largeur quatre ou cinq dents arrondies. Les faces septales latérales sont ornées d'une abondante granulation et les granules régulièrement alignés.

Au fond des vallées s'observe un filet segmenté, interprété par les différents auteurs comme une columelle lamellaire. Une observation attentive montre cependant la disposition suivante : entre les différents segments du filet se montre parfois un petit tubercule vers lequel fréquemment s'incurvent les parties internes des septes voisins : les tubercules ne seraient donc que le sommet de columelles styliformes et les segments, des septes confluents alignés dans les vallées. Cette espèce de septes, jamais signalée par les auteurs, est fréquente dans les formes fossiles et actuelles. J'ai pu l'observer en particulier chez *Colpophyllia fragillis* Dana, *Symphyllia agaricia* M. Edw. et H. et *S. radians* Val., chez *Mussa tenuidentata* M. Edw. et H., *M. multilobata* Dana, etc.

Elle existe chez les genres fossiles *Thamnastræa* Les., *Thecosmilia* M. Edw. et H. *Latiphyplia* de From. et chez toutes les espèces du genre *Leptoria* que j'ai pu étudier. Il est possible qu'une étude plus complète oblige à considérer comme styliforme la nature de la columelle chez *Leptoria*.

Rapports et différences. — Aucune espèce crétacée connue ne possède la forme branchue. Toutefois il ne serait pas permis de fonder une nouvelle espèce sur un échantillon unique en ne considérant que ce caractère morphologique mais le Polypier de la collection Sénesse diffère des autres représentants du même genre par plusieurs caractères. Bien que ses vallées soient plus courtes et moins larges que chez *L. delicatula* Reuss, *L. Koninckı* M. Edw. et H. sp. et *L. radiata* Mich. sp., elle possède un plus grand nombre de septes. De *L. Koninckı*, avec laquelle elle a les rapports les plus étroits, elle diffère cependant par la forme du

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

bord septal interne des septes du second ordre et par le sillon parcourant les collines.

6. *Rhabdophyllia tenuisepta* nov. sp.

Pl. I, fig. 8.

Dimensions. — Haut. totale : 33 mm.
Diamètre à la base : 7 mm.
Section de la branche au sommet : grand axe : 4,2 mm. ; petit axe : 3,1 mm.
Nombre de septes : 96 probablement.

Description. — Le Polypier est un fragment de colonie branchue. La bifurcation des rameaux se fait suivant un angle très aigu et à des distances éloignées (près de 2 cm.). La section des rameaux est plus ou moins elliptique.

Quoique très atténuée par l'usure, la costulation de la muraille s'observe à la base du rameau où l'on distingue des files verticales plus ou moins flexueuses de granulations très fines. En s'élevant vers le calice il se forme des bourrelets costaux résultant de l'association de trois, quatre ou cinq rangées de ces granulations ; entre deux bourrelets voisins se creuse un sillon peu profond au fond duquel s'étend une seule file de grains extrêmement fins. Pas d'épithèque.

La muraille relativement épaisse est une eutheca.

Aucun calice n'est parfaitement conservé — état très fréquent chez les exemplaires de ce genre —. Cependant une section polie passant très près de la surface calicinale m'a permis de reconnaître un appareil septal constitué de septes très nombreux (environ 96), très serrés, flexueux, réunis par de rares traverses mais ornés sur leurs faces latérales de granulations spiniformes ; une columelle spongieuse bien développée, pas de palis.

Rapports et différences. — Par la forme générale, se rapproche de *R. salsensis* J. Haime trouvé à Rennes-les-Bains, et dont on ne connaît pas la composition de l'appareil septal ; il s'en éloigne par la costulation. Il diffère de toutes les autres *Rhabdophyllies* décrites par la constitution du système septal.

7. *Hydnophorella Jacobi* nov. sp.

Pl. I, fig. 9.

Dimensions.
Long. totale : 38 mm.
Larg. : 36 mm.
Épaiss. : 25 mm.
Larg. des vallées (crête à crête) : 2,6 à 3 mm.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Long. des monticules	:	2 à 13,5 mm. (en moyenne 2,5 à 6 mm.)
Nomb. de septes. (pris sur la crête)	:	13 par 3 mm.

Description. — Fragment d'une colonie ayant formé une lame épaisse. Plateau commun recouvert d'une épithèque plissée (nombreux plis concentriques). Surface supérieure subplane.

Les collines, de longueur très variable, sont très serrées, larges et possèdent une crête tranchante constituée par la partie supérieure d'une pseudothèque résultant de l'épaississement de la région aborale des septes. Vallées profondes.

Les septes, très serrés, égaux en épaisseur sont, pour ce qui est de la largeur, inégaux de deux en deux ou de trois en trois et paraissent appartenir à deux ordres seulement ; ils se terminent très près du plan axial des vallées par des dents paliformes qui, par endroits simulent une fausse columelle. Leurs faces latérales sont recouvertes d'une abondante granulation ; de nombreux grains situés face à face se soudent pour former des pseudo-synapticules.

Rapports et différences. — L'échantillon de La Jouane ne peut être comparé qu'à *Hydnophorarœa longiconus* Oppenh. et *Hydnophora Kossmati* Félix du Sénonien supérieur de Gosau et à *Hydnophora exesa* Pallas sp., espèce actuelle trouvée dans le Miocène de Bornéo. Ces trois espèces ont cependant des vallées plus larges et des collines moins serrées et moins rectilignes, ce qui fait paraître leurs vallées moins encaissées. Elles possèdent aussi des septes moins serrés. D'une manière générale d'ailleurs on peut approximativement distinguer les espèces du Crétacé supérieur des espèces tertiaires et même actuelles par la largeur des vallées et la longueur des collines. Les espèces cénomaniennes ont, en effet, pour le plus grand nombre d'entre elles, des vallées étroites et des collines courtes tandis que les vallées sont beaucoup plus larges, les collines plus épaisses et plus allongées chez les formes tertiaires.

8. *Cyclolites Senessei* nov. sp.

Pl. I, fig. 12 et 12 a

Dimensions. —

Petit diamètre du plateau	:	28 mm.
Grand — —	:	31/32 mm.
Épaisseur	:	8 mm.
Long. de la fossette columellaire	:	10 mm.
Larg. — —	:	8 mm.
Nombre de septes	:	19 par 5 mm.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Description. — Le plateau, subcirculaire, légèrement concave, porte en son centre un léger renflement pédonculaire, vestige du stade de fixation ; il est recouvert d'une très mince épithèque légèrement plissée sous laquelle apparaissent des côtes peu serrées, plus épaisses de quatre en quatre et pourvues de granulations subcristiformes. L'ambitus est irrégulier, plus ou moins ondulé. Surface calicinale bombée mais non hémisphérique ; au sommet une fossette columellaire ovale, peu profonde.

Les septes, inégaux en épaisseur de trois en trois ou six en six, sont plus ou moins flexueux, inégaux en largeur et rarement anastomosés ; leur bord supérieur est régulièrement découpé par les têtes des segments trabéculaires supérieurs : on en compte de 13 à 14 pour 3 mm. ; ces têtes sont plus épaisses dans les plus forts septes mais pour une égale longueur il en existe le même nombre chez les septes de différents ordres.

En admettant provisoirement la division du genre *Cyclolites* en groupes morphologiques établis soit par M. Edward et de Fromentel, soit plus récemment par Félix et Oppenheim, l'espèce de La Jouane pourrait être rangée dans le groupe du *C. hemisphœricus* Mich.

Rapports et différences. — Elle ne peut être confondue cependant avec aucune espèce de ce groupe. Elle diffère également de *C. Scutellum* Reuss, du Sénonien de Gosau et des Corbières, dont le plateau est plus elliptique, la surface calicinale plus aplatie et les septes moins flexueux. *C. Dumortieri* de From. est plus bombé et possède des trabécules plus fins et plus serrés ; *C. hemisphœrica* Mich. est aussi plus bombé et possède des cloisons moins inégales. En dehors de ces deux espèces sénoniennes, on peut aussi la comparer à deux autres plus anciennes : *C. eturbensis* de From. du Néocomien de la Haute-Marne et *C. Guerangeri* M. Edw. et H. du Cénomanien du Mans, des Charentes et des Bouches-du-Rhône mais sans qu'il y ait possibilité de l'identifier à l'une ou l'autre : la première a la face inférieure fortement convexe, la face supérieure très aplatie et une fossette columellaire réduite et circulaire ; la seconde est plus circulaire, plus bombée et se distingue par un appareil septal moins dense et l'absence de fossette columellaire, celle-ci se trouvant réduite à un point.

Il existe dans la collection Sénesse deux exemplaires de cette nouvelle espèce dont un jeune.

9. *Cyclolites enigma* nov. sp.

Pl. I, fig. 13.

Dimensions.

Diamètre du plateau	: 28 mm.
Haut.	: 15,5 mm.
Nombre de septes (relevé à l'ambitus)	: 26 à 28 par 5 mm. (en tout 240 environ.)

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Description. — Ce n'est pas sans hésitation que je me suis décidé à créer une nouvelle espèce pour cet unique échantillon qui présente au moins un caractère étrange : absence de fossette calicinale et présence de quelques dépressions très superficielles rappelant les centres calicinaux des formes coloniales à calices superficiels.

Le plateau commun circulaire est recouvert d'une épithèque mince relativement peu plissée. Face supérieure bombée sans être hémisphérique mais plutôt conique avec sommet légèrement excentrique ; cette face supérieure n'est pas complètement observable, une partie est recouverte d'un dépôt calcaire dû à la fossilisation. Dans la région visible on observe cinq « centres » dont un situé exactement au sommet ; il devait exister au moins sept centres semblables. Pour au moins trois d'entre eux on peut observer, à leur voisinage, une inflexion des septes qui prennent la disposition radiale ; toutefois la symétrie radiaire est moins nette et moins régulière que chez les vrais calices.

Les septes sont extrêmement minces et serrés ; leur densité est comparable à celle de *C. ellipticus* Lam. var. *subcircularis* Oppenh. du même gisement dont l'exemplaire décrit n'est peut-être qu'une forme tératologique.

Rapports et différences. — L'absence de fossette columellaire et la présence de dépressions multiples sur la face supérieure éloigne cette espèce de toutes les formes connues. Cependant nous observons une semblable division fossulaire chez *C. Quenstedti* Oppenh. des couches de Gosau, mais cette division s'est produite linéairement à la place occupée par la fossette normale et les dépressions calicinales résultantes restent alignées.

L'examen de cet échantillon, si l'on admet qu'il n'est pas une forme monstrueuse de *C. ellipticus*, permet d'autres remarques. L'hypothèse d'un individu tératologique pourrait expliquer, en effet, une certaine connexion entre la réduction de la bouche et de l'épaisseur de l'épithèque d'une part et la quasi-égalité d'épaisseur des septes d'autre part. Mais on peut songer aussi à un représentant d'un genre nouveau ou sinon se représenter la formation de certains genres : on est en effet frappé des relations entre *Cyclolites enigma* et les autres espèces de Cyclolites, entre *Genabacia* — *Anabacia* et aussi entre *Herpetolitha* — *Fungia*. Dans chacun de ces couples, le premier genre représenterait la forme coloniale dérivée de la seconde qui est simple.

10. ***Leptophyllia ramosœcostata*** nov. sp.

Pl. I, fig. 14.

Dimensions. — Haut. totale : 21 mm.
Grand diam. du calice : 40 mm.
Petit — — : 32 mm.
Nombre de septes (à l'ambitus) : 12 par 5 mm.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Description. — Polypier simple, fixé. La forme générale est celle d'un cône surbaissé, l'angle du pédoncule restant très ouvert. Pédoncule court avec une base de fixation relativement petite (7 1/2 mm. de diamètre) ; oblique par rapport au plan du calice, le polypier paraît ainsi légèrement arqué.

Pas de trace d'épithèque. Côtes nombreuses, égales, montrant leurs segments trabéculaires (9 par 3 mm.) ; très souvent trifurquées à trois ou quatre millimètres de l'ambitus calicinal.

Pourtour calicinal irrégulier mais non lobé, calice légèrement concave, subsuperficiel avec fossette presque nulle.

Septes nombreux. Dans leur ensemble ils paraissent égaux en épaisseur mais sont légèrement plus gros de 6 en 6, ou de 8 en 8, parfois même de 12 en 12 ; ils sont très inégaux en largeur et beaucoup sont rudimentaires. Tous, sauf les moins développés, ont leur bord libre régulièrement découpé par la sortie des têtes de segments trabéculaires qui présentent quatre renflements coniques. Les anastomoses des septes plus jeunes sont rares.

Rapports et différences. — Il existe deux échantillons de cette espèce dont l'un est une forme jeune présentant un calice un peu plus profond. On ne peut les rapprocher de *L. conica* d'Orb. sp. qui est plus élevé, parfois subcylindrique avec des côtes moins denses. Ils ne s'identifient d'ailleurs avec aucune autre espèce crétacée. C'est avec *L. poculum* de From. du Néocomien de Saint-Dizier qu'ils auraient le plus d'affinités : même obliquité de l'axe du corps par rapport au calice, même finesse et même densité costale, mais chez cette espèce l'angle pédonculaire est moins ouvert, le pédoncule plus épais et les côtes restent simples.

11. *Placocœnia Senessei* nov. sp.

Pl. I, fig. 16.

Dimensions. — M. Sénesse a recueilli de cette espèce deux beaux échantillons qui sont de jeunes colonies. L'une d'elles, que nous prendrons pour type, est fixée sur un fragment de *Cyclolites ellipticus* ; l'autre était attachée par un court pédoncule à large base.

Diam. de la colonie : 30 mm.
Haut. — : 14 mm.

Dimensions des calices :
- grand calice elliptique : grand axe = 9 mm. ; petit axe = 6 mm.
- petit calice elliptique : grand axe = 5 mm. ; petit axe = 3 mm.
- calice moyen subcirculaire, diam. : 5,5 mm.

Nombre de septes : 40.
Long. de la columelle de 3/4 mm. à 1 1/2 mm.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Face inférieure sans épithèque ; face supérieure fortement convexe. Les polypiérites, d'autant plus larges et plus saillants qu'ils sont plus âgés, sont unis par les côtes ; leur saillie au-dessus de la surface du pseudo-cœnenchyme peut atteindre 3 mm.

Calices de forme variable possédant une fossette peu profonde mais la columelle a son bord supérieur assez profondément situé dans la cavité gastrique.

Côtes inégales, sont de trois ordres comme les septes ; elles sont épaisses, généralement droites ; leur bord externe est pourvu de grosses granulations (en moyenne 10 dans la région située au-dessus du cœnenchyme) ; leurs faces latérales sont également garnies de granulations spiniformes peu nombreuses mais fortement saillantes.

Septes, au nombre de 40 dans les calices adultes, appartiennent à trois cycles et sont disposés en 10 systèmes égaux. Les septes du premier cycle s'étendent jusqu'à la columelle à laquelle ils ne se soudent pas, au moins dans leur région supérieure ; leur bord interne est légèrement renflé ; ceux du second cycle atteignent les 2/3, parfois les 3/4 de la largeur des premiers ; ceux du troisième cycle sont peu développés mais leur bord externe est épais.

La muraille, une pseudothèque, est constituée par un alignement de minces traverses à la périphérie des calices.

La columelle lamellaire a une largeur variable avec la forme des calices ; elle est toujours plus large chez les individus à calice elliptique même si elle ne s'étend pas dans le plan du grand axe ; sa section n'est pas celle d'une lame d'épaisseur constante mais présente des aspects variables.

Rapports et différences. — De toutes les espèces connues, *P. Senessei* ne peut être comparée qu'à *P. macrophtalma* Goldf. du Maëstrichtien de Saint-Pétersberg (près Maëstricht) qui, d'après la figuration et la description de Goldfuss, possède à peu près les mêmes dimensions et un appareil septal voisin. Bien que l'espèce de cet auteur n'ait été établie que sur l'empreinte d'une face inférieure de la région calicinale, sa figuration montre des côtes moins droites, une granulation des faces septales plus riche et un appareil septal plus mince ; la columelle enfin paraît aussi plus mince et plus régulière.

12. *Placocœnia Lanquinei* nov. sp.

Pl. I, fig. 15.

Dimensions. — Épaiss. de la lame : 10 à 20 mm.
Diam. des polypiérites { extér. : 2,5 à 2,75 mm.
intér. : 2 mm.
Nomb. de septes : 24.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Description. — C'est un fragment de colonie lamellaire. La multiplication par bourgeonnement était surtout active dans la région périphérique de la colonie ce qui explique à la fois la forme générale et l'épaisseur à peu près constante de la lame.

Pas d'épithèque ni sur la face inférieure du plateau commun ni autour des polypiérites qui sont unis par un cœnenchyme très lâche.

Les polypiérites, dont l'axe est oblique par rapport au plan supérieur de la lame, font légèrement saillie et leur partie extérieure est penchée sur le plan supérieur du cœnenchyme ; ils sont assez éloignés les uns des autres et disposés irrégulièrement. Dans la région saillante des polypiérites on observe des côtes très développées, granulées fortement sur leur bord externe et réunies entre elles par de nombreux dissépiments.

Septes inégaux — les six du premier cycle ont leur bord interne paliforme atteignant presque la columelle sans s'y souder mais réunis à ce dernier organe par des traverses nombreuses ; les six septes suivants — du second cycle — ont les 3/4 de la largeur des précédents et un bord interne également paliforme ; enfin les douze septes du troisième cycle n'ont que la moitié de la largeur des précédents, quelques-uns d'entre eux possèdent un bord interne renflé.

Le bord supérieur de certains septes primaires est très bien conservé et présente de fortes dents.

En lame mince on observe en outre : une muraille vraie avec des centres de calcification très nets dans ses parties interseptales, une endothèque et une exothèque abondantes, des granulations spiniformes parfois très saillantes sur les faces latérales, quelques rares synapticules (pseudosynapticules) et une ligne sombre large, continue et droite.

Rapports et différences. — Par l'abondance du cœnenchyme et par conséquent par le mode d'union du calice, par la direction des polypiérites, le bourgeonnement particulier, cette espèce se différencie de toutes celles que je connais. Je n'ai pas voulu créer de genre nouveau avec ce seul échantillon qui, tel qu'il apparaît, s'écarte par des caractères importants du genre *Placocœnia* (présence de lobes paliformes, abondance de l'endothèque, réduction des côtes et prépondérance du cœnenchyme, muraille vraie) et des autres genres de la famille des *Stylinidés*.

13. *Rhipidogyra granulosa* nov. sp.

Pl. I, fig. 17.

Dimensions. — Haut. totale : 38,5 mm.
Long. de la série calicinale : 34 mm.
Larg. — : 18 mm.
Nombre de septes : 96 (7 par 1 cm.).

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Description. — Polypier aplati ; flabelliforme, fixé par un très fort pédoncule (d = 17 mm.), calice allongé terminé à ses extrémités par deux parties semi-circulaires.

Pas d'épithèque. La muraille est seulement recouverte d'un enduit richement granulé. L'ornementation est portée par les bords costaux externes ; les côtes ne sont bien distinctes que près de la base du pédoncule et dans la région calicinale ; elles s'individualisent à environ un centimètre du bord, sont subégales, d'abord larges et plates et constituées par trois ou quatre files de granulations alignées seulement dans le sens vertical, puis devenant peu à peu tranchantes en avançant vers l'ambitus ; les granulations occupent alors les deux versants du biseau.

Septes débordants, surtout les plus gros, inégaux ; leur bord supérieur est entier et tranchant, leurs faces latérales fortement granulées ; semblent répartis en 24 systèmes ; ceux des trois premiers cycles subégaux en largeur et en épaisseur atteignent le plan axial de la cavité et peuvent avoir 1 millimètre et demi d'épaisseur ; les 24 suivants ont la moitié de la largeur et le tiers seulement de l'épaisseur des précédents ; enfin les 48 septes des derniers ordres sont égaux entre eux, bien développés mais beaucoup plus minces que les autres.

Au centre du calice la cavité columellaire est à peine indiquée tant les bords internes des septes sont rapprochés ; cependant une columelle lamellaire, très mince, onduleuse est nettement visible et possède des faces fortement granulées.

Rapports et différences. — L'unique représentant de cette nouvelle espèce est probablement une forme jeune car les *Rhypidogyra* sont généralement de plus grande taille, mais il ne peut être considéré comme représentant l'état juvénile d'une espèce connue. Une comparaison ne peut se faire qu'avec *Rh. flabellum* Oppenh. ou *Rh. Martiniana* Mich. sp., espèces également sénoniennes dont le système septal est disposé suivant le même plan mais la première possède des côtes saillantes, cristiformes et très écartées ; chez la seconde les septes beaucoup moins épais sont aussi plus serrés et la vallée calicinale est flexueuse.

14. *Dendrogyra Senessei* nov. sp.

Pl. I, fig. 18.

Dimensions. — Épaiss. de la lame : 14 mm.
Larg. des vallées : 3,5 à 5 mm.
Profondeur — : 0,75 mm. à 1 mm.
Nomb. de septes : 13 par 5 mm.

Description. — Polypier colonial en lame peu épaisse, flabelliforme, qui devait être étalé si l'on en juge par la position et la direc-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

tion du pédoncule. La face inférieure, quoique recouverte d'une mince épithèque montrant des plis concentriques, est bien costulée; elle permet de se représenter la scissipacité des calices et le relèvement vertical des nouveaux individus formés; alors que les calices sont confluents, indistincts à la face supérieure, ils se présentent à la face inférieure bien individualisés, avec des côtes égales, granulées, réunies par de nombreuses traverses.

Septes inégaux de deux en deux, débordants, à bord supérieur entier et tranchant; leur section est lenticulaire; ils ne sont pas confluents; leurs bords externes, en biseau, peuvent s'appuyer l'un sur l'autre de façon que les plans médians soient dans le même prolongement mais généralement ils ne sont pas alignés. Bords supérieurs des septes et des côtes sont légèrement inclinés vers les vallées et vers le plan de séparation des séries; il en résulte des vallées peu profondes et des collines déprimées au sommet desquelles court un léger sillon.

Il existe une columelle lamellaire bien développée formée de segments de longueur variable; dans l'intervalle entre deux segments consécutifs on observe, par endroits, de petits tubercules allongés. La remarque faite plus haut pour *Leptoria Senessei* nov. sp. vaut encore pour *Dendrogyra Senessei* nov. sp.; dans ce nouveau cas elle s'appuie sur l'observation de lames minces aussi belles que celles qu'on obtiendrait avec des polypiers actuels. On observe en effet que la columelle est constituée non par des segments subégaux mais nettement et régulièrement inégaux: entre deux segments plus grands il en existe un beaucoup plus court mais possédant une ligne sombre très mince et non un point sombre. Là encore, il me semble que la vraie columelle, quoique lamellaire, est invisible ou peu visible à l'œil nu ou à la loupe et que les segments interprétés comme columelle ne sont que des septes de vallée.

L'examen des lames minces permet d'ailleurs d'autres observations ou vient confirmer des observations macroscopiques; les septes sont compacts; il n'existe ni muraille ni épithèque et les septes ne sont pas confluents mais leurs bords aboraux à section triangulaire s'emboîtent les uns dans les autres; de plus, les régions épaissies conservent leurs faces latérales parallèles sur une grande longueur et ces faces s'appuient les unes contre les autres sans se souder; les traverses sont rares et il existe quelques pseudosynapticules; dans le plan médian des septes la ligne sombre est épaisse, peu zigzagante, elle est flanquée de part et d'autre de deux rangées de centre de calcification, les rangées externes se trouvant très près du bord latéral; tous les segments « columellaires », petits et grands, sont parcourus, dans leur plan médian, d'une ligne sombre mince bordée latéralement, mais seulement dans les grands segments, de quelques centres de calcification épars.

Rapports et différences. — Les échantillons recueillis par M. Sénesse ne peuvent être comparés qu'à *Dendrogyra pyrenaica*

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Mich. sp. mais chez cette espèce les septes plus épais sont moins nombreux et les collines ont une arête vive alors qu'elles sont creusées à leur sommet d'un sillon très net chez *D. Senessei*. Pas de sillon non plus chez *D. salisburgensis* de From. qui diffère en outre de l'espèce de La Jouane par d'autres caractères microscopiques. En comparant les lames minces obtenues dans un exemplaire de la coll. Sénesse avec la figure donnée par Felix [1], on observe en effet que chez *D. salisburgensis* les bords costaux ne sont pas en contact mais seulement unis par des traverses, les épaississements muraux sont moins développés, la ligne sombre très en zig-zag n'est bordée de chaque côté que d'une rangée de centres de calcification. Le matériel de La Jouane (trois échantillons) présente donc des caractères spécifiques particuliers.

15. *Astrarœa corbarica* nov. sp.

Pl. I, fig. 11.

Dimensions.

Long. totale	: 21,5 mm.	
Larg. totale	: 17 mm.	
Épaiss.	: 9 mm.	
Diam. des calices	: 6 à 6 1/2	(mesuré à partir du milieu des costoseptes)
Distance centre à centre	: 4 1/2 à 6 1/2	
Nombre de septes	: 48 à 50	

Description. — Polypier d'une petite colonie massive à face supérieure convexe ; le plateau commun est recouvert entièrement d'une forte épithèque complète et présentant de nombreux plis concentriques.

Calices régulièrement disposés, infundibuliformes et profonds, réunis par des costoseptes.

Septes subégaux en épaisseur, inégaux en largeur, peu serrés ; leur bord supérieur présente des nœuds, des étranglements et des pertuis, qui représentent respectivement les têtes de trabécules, les lames sclérenchymateuses unissant les têtes des segments trabéculaires et les pores septaux. Les septes sont réunis par des traverses minces assez rares et des pseudosynapticules plus abondants. Une section polie tangentielle montre une porosité septale marquée mais les pores sont disposés irrégulièrement.

Pas de columelle vraie, au fond des fossettes calicinales on observe un amas d'appendices trabéculaires irréguliers qui simulent une columelle.

1. Félix. Die Anthozoen der Gosauschichten in den Ostalpen. *Palæont.*, XLIX, p. 307, 1902-1903.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Rapports et différences. — M. Sénesse a recueilli deux échantillons de cette espèce dont les caractères s'éloignent de toutes celles que je connais, bien que la spécification de ces formes soit difficile. Ils ne peuvent être comparés qu'à *Astrarœa media* Sow. sp., *A. columellata* Oppenh. ou *Gosaviarœa* (*Astrarœa*) *camerina* Oppenh. des couches de Gosau, mais ils ont des calices plus profonds que *A. media*, des calices plus petits et des septes plus nombreux que *A. columellata*. Ils se différencient enfin de ces deux espèces à la fois par une plus grande porosité des septes. Ils n'ont pas comme *Gosaviarœa*, qui n'est qu'un sous-genre d'*Astrarœa*, des bords septaux et des lignes de granulations septales régulièrement « perlés » et diffèrent en tout cas de *G. camerina* par leurs calices plus petits et moins éloignés.

16. ***Astrarœa Senessei*** nov. sp.

Pl. I, fig. 10.

Dimensions. — Diam. de la colonie : 30 mm.
Haut. : 21 mm.
Diam des calices : 4,5-5 mm.
Diam. des fossettes calicinales : 1 mm.
Nomb. de septes : 36 mm.

Description. — Polypier d'une petite colonie massive, subhémisphérique et fixée sur un bloc constitué par un thalle de Lithothamniée. On peut cependant observer les restes d'une épithèque forte et plissée.

Sur la face calicinale, les calices, très superficiels et réunis par des costoseptes rasant la surface, ne sont marqués que par leurs fossettes peu profondes. Cette disposition rappelle celle des *Microsolènes*.

Septes subégaux ou légèrement inégaux de deux en deux, subdroits, rarement incurvés, quelquefois flexueux, sont constitués comme chez l'espèce précédente ; ils sont plus régulièrement crénelés et réunis par des traverses plus fréquentes.

Une section polie montre chez cette espèce une tendance vers l'alignement des éléments horizontaux en planchers (tabulæ) rappelant les laminœ du cœnosteum des *Stromatoporidés*.

Rapports et différences. — Aucune espèce connue ne possède des calices aussi superficiels avec une fossette aussi réduite, presque punctiforme. Elle présente beaucoup d'affinités avec le genre *Gosaviarœa* Oppenh. décrit par son auteur sans précision suffisante. Le bord septal supérieur apparaît assez régulièrement perlé mais les septes paraissent plus épais et plus poreux à la fois et la distribution des pores plus régulière sans former cependant un tissu grillagé comme chez *Microsolena*.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Conclusions. — L'étude des Polypiers de La Jouane m'a permis :

1° de reconnaître 71 espèces dont 16 sont nouvelles ;

2° de trouver, en dehors de ces dernières, 36 espèces jamais signalées dans le Crétacé supérieur des Corbières ;

3° de constater que sur ces 36 espèces, 29 sont connues dans les couches de Gosau — je me propose de démontrer prochainement que la plus grande partie des espèces de Gosau, sinon toutes, se retrouvent dans nos Corbières — ;

4° d'étendre l'aire de répartition de *Parasmilia centralis* et *Parasmilia Gravesi* ;

5° avec *Milleporella marticensis* Y. Dehorne de trouver une nouvelle communauté avec les couches des Martigues ;

6° de préciser la nature de la columelle chez *Dendrogyra* et *Leptoria*, ce qui me permettra ultérieurement de reconsidérer leur place systématique ;

7° de saisir avec *Astrarœa Senessei* une structure du sclérenchyme intermédiaire entre les *Astrarœa* s. st. et les *Microsolènes*.

EXPLICATION DE LA PLANCHE I

Fig. 1. — *Trochocyathus jouanensis* nov. sp.
Fig. 2. — *Caryophyllia jouanensis* nov. sp.
Fig. 3. — *Caryophyllia* sp.
Fig. 4. — *Parasmilia cornucopiæ* nov. sp.
Fig. 5. — *Parasmilia centralis* Mant. var. *æquicostatus* nov. var.
Fig. 5 a. — *Parasmilia Gravesi* M. Edw. et H.
Fig. 6. — *Lophosmilia corbarica* nov. sp.
Fig. 7. — *Leptoria Senessei* nov. sp.
Fig. 8. — *Rhabdophyllia tenuiseptà* nov. sp.
Fig. 9. — *Hydnophorella Jacobi* nov. sp.
Fig. 10. — *Astrarœa Senessei* nov. sp.
Fig. 11. — *Astrarœa corbarica* nov. sp.
Fig. 12. — *Cyclolites Senessei* nov. sp.
Fig. 12 a. — La même espèce, forme jeune.
Fig. 13. — *Cyclolites enigma* nov. sp.
Fig. 14. — *Leptophyllia ramosœcostata* nov. sp.
Fig. 15. — *Placocœnia Lanquinei* nov. sp.
Fig. 16. — *Placocœnia Senessei* nov. sp.
Fig. 17. — *Rhipidogyra granulata* nov. sp.
Fig. 18. — *Dendrogyra Senessei* nov. sp.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Sur quelques Invertébrés crétacés des Corbières méridionales,

par **Éliane Basse** et **Pierre Sénesse**[1].

Planche II

I. NOTES PALÉONTOLOGIQUES CONCERNANT LES RÉCOLTES DE M. P. SÉNESSE,

par Éliane Basse.

Parmi les récoltes paléontologiques récentes de M. Pierre Sénesse dans le Crétacé des Corbières méridionales, j'ai pu identifier une vingtaine d'espèces dont l'énumération suit. Quelques-unes d'entre elles, nouvelles ou imparfaitement connues, sont précédées d'un astérisque et font l'objet des remarques paléontologiques suivantes.

Céphalopodes :

Nautilus sp. (mâchoire)

Gastropodes :

* *Trochus Senessei* n. sp.
Tylostoma cf. *Cossoni* Thomas et Peron
Aporrhais ou *Pterodonta* ? *Dutrugei* Coquand
Pseudomelania cf. *Dollfusi* Choffat
Actaeon cf. *astieriana* d'Orb.
Cerithium tenouklense Coquand
Rostrocerithium plicatum Sow. [2]
Nerinea requieniana d'Orb.
Nerinea sp. indét.

Lamellibranches :

Exogyra aff. *conica* Sow. (var. subcarénée d'*Ex. columba*)
Spondylus cf. *Roemeri* Deshayes
Spondylus latus Sow.
Cyprina (*Venilicardia*) sp.
* *Cardium corbaricum* n. sp.
Cardium (*Trachycardium*) groupe de *productum* Sow.
Sphaerulites sp.

1. Note présentée à la séance du 19 décembre 1938.
2. Voir É. Basse : **2**, p. 53.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

* *Naiadina cenomanensis* n. sp.
* *Naiadina sigmoidea* Reuss

Crinoïdes :
* *Bourgueticrinus granulosus* Peron
Isocrinus askerensis Valette.

Trochus Senessei n. sp.

Pl. II, fig. 1 a, b, c.

1938. *Trochus* n. sp. in É. Basse, **2**, p. 37.

Les couches cénomaniennes du Col du Kid ont fourni à M. Sénesse un *Trochus* présentant un ensemble nouveau de caractères. La coquille, à spire assez élevée, comporte 5 à 6 tours peu convexes. Ouverture rhomboïdale. Le labre présente une expansion calleuse occupant l'axe de la coquille (Pl. II, fig. 1 c). Base légèrement convexe, portant de fines stries d'accroissement convexes vers l'avant, mais lisse dans la région centrale occupée par la callosité ombilicale.

L'ornementation consiste en six cordons principaux saillants et finement sinueux entre lesquels on distingue, à un grossissement de quelques diamètres, de fines stries radiales parallèles à leur direction.

Cette espèce n'en rappelle aucune, notamment parmi celles du Crétacé. C'est *Tr. girondicus* d'Orb. (**11**, p. 188, pl. 178) de la Craie chloritée du Bassin pyrénéen (4e zone de Rudistes de d'Orbigny) qui s'en rapproche le plus, mais en diffère notablement par la carène très accusée, par les cordons au nombre de 9 au lieu de 6, par le labre très anguleux et enfin l'absence de cal ombilical.

Gisement. — Avec des Polypiers et des Orbitolines. Lumachelle gréseuse : partie sud du Col du Kid, midi Peyrepagès, au Sud de Soulatge.

Cardium corbaricum n. sp.

Pl. II, fig. 2 a, b.

Coquille équivalve, fortement convexe, élargie transversalement ; test épais. Crochets faiblement tournés vers l'avant. Sur la moitié antérieure de l'area postérieure, les valves sont ornées de côtes rayonnantes très marquées, au nombre d'une dizaine environ. Sur le reste de la coquille apparaissent des côtes rayonnantes analogues, mais très estompées et discontinues. Les bourrelets concentriques d'accroissement sont particulièrement épais et irréguliers.

Non loin de la charnière on distingue, à la fois en avant et en arrière du crochet, un bourrelet très marqué, subparallèle à la ligne

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

cardinale et séparé d'elle par une petite dépression. La valve droite présente deux dents latérales très saillantes, assez éloignées de la dent médiane épaisse et de même obliquité que le crochet.

Le bord interne des valves est denté.

Cette forme nouvelle rappelle les *Protocardium* par l'hétérogénéité de l'ornementation (côtes radiales prédominant dans la région postérieure, bourrelets d'accroissement développés exclusivement partout ailleurs). Elle en diffère par l'existence, sur le reste de la coquille, de côtes radiales, plus ou moins estompées il est vrai, alors que les représentants du s.-g. *Protocardium* en sont dépourvus, et aussi par l'épaisseur notable et irrégulière des bourrelets d'accroissement.

Cinq exemplaires parmi lesquels je désigne le type : Pl. II, fig. 2 a et le cotype principal : Pl. II, fig. 2 b.

Gisement. — Espèce recueillie à la surface des couches à ambre azoïques, S de l'Eau-salée, provenant probablement de l'effondrement du flanc nord du Pli de La Ferrière. Elle est accompagnée d'une *Cyprina* (*Venilicardia*) indéterminable spécifiquement, mais rappelant les formes cénomaniennes figurées par E. Guéranger : 7 (pl. XVII).

Naiadina cenomanensis n. sp.

Pl. II, fig. 3 a, b, c, d.

1938. *Naidiana* sp. *in* É. Basse, **2**, p. 37.

Cette forme nouvelle, représentée par un seul individu, montre les caractères du genre *Naiadina* Mun.-Ch. (**10**). Coquille allongée transversalement, c'est-à-dire perpendiculaire à la direction indiquée par la position du ligament qui d'ailleurs est incurvé vers l'arrière, comme les crochets.

Empreinte musculaire très légèrement en creux, subcirculaire et non allongée comme dans les genres *Vulsella*, *Heligmus*, *Bouleigmus*. Le test est lamelleux ; l'existence d'une couche interne nacrée, que la fossilisation n'aurait pas conservée, est peu probable. Le bâillement de la coquille, postérieur, est simple, légèrement onduleux et à peine indiqué.

Les deux valves, dissymétriques, sont à peu près plates : la valve gauche est concave, la valve droite, légèrement convexe, notamment dans la région comprise entre l'aire ligamentaire et l'empreinte musculaire et où devait être localisée la masse viscérale. Celle-ci était sans doute très réduite, comme semble l'indiquer son moulage, encore adhérent à la valve droite, et qu'il m'a fallu détruire en grande partie au cours du dégagement. Empreinte palléale simple, assez nette.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

L'ornementation des deux valves est dissemblable comme le montrent les fig. 3 b et 3 c, pl. II ; celle de la valve gauche, très particulière, avec carène, est tout à fait analogue à celle de la valve homologue du *Naiadina* sp. (**1**, p. 23, pl. IV, fig. 10) malgache, malheureusement privé de sa région cardinale. Cette ornementation si spéciale semble bien confirmer l'attribution de cette valve au genre *Naiadina* M.-Ch.

La dissymétrie des valves laisserait penser que cette espèce, de même que *Bouleigmus Douvillei* (**1**, p. 23, pl. IV, fig. 11), vivait librement sur la vase sous-marine et non en commensalisme avec des Éponges, comme la plupart des Vulsellidés actuelles.

Le bord interne de la valve droite présente, strictement localisées de chaque côté du ligament, des stries perpendiculaires au bord palléal, homologues de celles de *Bouleigmus Douvillei* Basse. Sur la valve gauche, l'impression ligamentaire comprend, comme sur les *Vulsella* actuelles, trois parties, séparées sur notre espèce par deux sillons minces.

Le sinus anal est à peine esquissé, comme dans le type du genre : *Naiadina Heberti* Mun.-Chalmas, de la Craie marneuse (**10**, p. 15, pl. 1, fig. 1 a-f).

Rapports et différences. — Les espèces cénomaniennes : *Naiadina pernoides* Coquand, *N. Gaudryi* Thomas et Peron, ainsi que *N. praelonga* Douv. du Campanien et *N. persica* Douv. du Sénonien de Perse sont assez différentes de *N. cenomanensis*.

C'est le *Naiadina* sp. du SW malgache (**1**, p. 23, pl. IV, fig. 10) qui présente, par la morphologie externe de sa valve gauche, le plus d'affinités avec notre espèce.

Gisement. — Crête au Sud de la Source-salée (Cénomanien). Voir E. Basse, **2**, p. 37.

Naiadina sigmoidea Reuss

Pl. II, fig. 4 a, b, c, d.

1913. *Exogyra sigmoidea* Reuss *in* H. Woods : 16, p. 419, pl. LXI, f. 12 (Synonymie).

Je rapporte à cette espèce une dizaine de valves droites, de petite taille.

Coquille lamelleuse, assez épaisse, très allongée transversalement, présentant, dans la région postérieure, une expansion aliforme à peu près centrée sur l'impression musculaire ; pas trace de couche nacrée à l'intérieur de la coquille.

La présence, contre l'insertion ligamentaire, d'une échancrure petite, mais très marquée, correspondant au sinus anal du genre *Naiadina*,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

m'amène à considérer cette espèce, non comme une *Exogyra*, mais bien comme un Vulsellidé du genre *Naiadina*, dont elle possède par ailleurs tous les autres caractères génériques.

Nos exemplaires sont tout à fait identiques à ceux du Cénomanien de Saxe, très nombreux, figurés par Geinitz (**5**, p. 186, pl. 41, fig. 14-27).

Certains représentants de cette espèce, notamment le spécimen anglais de la zone à *Micraster cor-anguinum*, figuré par H. Woods (**16**, pl. LXI, fig. 12), d'une taille plus considérable, rappelle un peu *N. cenomanensis* n. sp. des Corbières.

Gisement. — Cénomanien supérieur, entre Les Jordis et Les Escudiers.

Voir P. Sénesse, **13**, p. 54, n° 1.

Bourgueticrinus granulosus Peron.

Pl. II, fig. 5 a, b, c, d.

1877. *Bourgueticrinus granulosus* Peron : **12**, p. 217, pl. III, f. 35.
1901. *Bourgueticrinus granulosus* Peron *in* de Gross. : **6**, p. 130.
1917. *Volvola granulosa* Peron *in* A. Valette : **14**, p. 106, f. 7.

Sept articles légèrement et très irrégulièrement granuleux, dont le profil, convexe dans la région médiane, devient plus ou moins concave au voisinage des surfaces articulaires. La section transversale est subcirculaire, le canal ligamentaire, très petit. Sur les deux facettes articulaires, légèrement concaves, d'un même article, les carènes sont orthogonales; aucun des échantillons étudiés ne présente les côtes rayonnantes caractérisant certaines espèces.

Malgré l'opinion émise par A. Valette (**14**, p. 86), et sacrifiant à un usage presque centenaire, j'emploie ici le nom de genre *Bourgueticrinus*, proposé par A. d'Orbigny en 1840, et non celui de *Volvola* créé pour un Crinoïde de la Craie blanche, par Lhwyd (Histoire naturelle générale et particulière des Crinoïdes vivants et fossiles), en 1699, à une époque où la nomenclature des sciences biologiques s'ébauchait à peine. C'est d'ailleurs ce nom qui a été pris tout récemment (1937) en considération dans le Fossilium catalogus (**32**, p. 128).

B. granulosus a déjà été recueilli dans le Sénonien (Coniacien à Campanien inclus) de l'Yonne, de la Marne et de l'Oise, c.-à-d. du Bassin parisien s.-l. C'est la première fois qu'on signale cette espèce dans les Pyrénées.

Gisement. — Base du Santonien supérieur de La Jouane.

Voir É. Basse, **2**, p. 40.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

II. INDICATIONS STRATIGRAPHIQUES CONCERNANT LES GISEMENTS MENTIONNÉS CI-DESSUS

par Pierre Sénesse.

I. Gisements situés au NW et au NNW de La Jacotte.

Au NW de La Jacotte, ferme près du Bézu (Aude), au contact d'une lame calcaire rapportée à l'Aptien, affleurent des sédiments marneux, versicolores, azoïques, avec gypse et cristaux de quartz bipyramidés. La carte géologique (1re éd.) les attribue au Trias dont ils ont le faciès lithologique.

Mais, 40 m. plus bas et au N, ils font place à des marnes bleuâtres, grises ou blanchâtres. J'y ai récolté de nombreux et grands spécimens de Gastropodes qui, malgré leur mauvais état de conservation, peuvent être rapportés aux genres *Purpuroidea* et *Pseudomelania*. *Ps.* cf. *Dollfusi* Choffat. On y recueille aussi, avec des Polypiers composés (Astréidés nombreux), des Échinodermes : *Cidaris pyrenaica* (radioles déterminés par J. Lambert) et *Isocrinus* sp.

Des marnes semblables couvrent le fond de la vallée, au Nord, et passent sur le versant septentrional sans changer de faciès, s'accompagnant seulement de bancs marno-calcaires et quelque peu gréseux.

Ces dernières formations occupent au NNW de La Jacotte une surface attribuée par la carte, partie au Trias, partie à la pointe d'Albien comprise entre Trias et Cénomanien. J'y ai recueilli :

Serpula sexangularis Münster [1]
Arca (*Trigonoarca*) cf. *Gabrielis* d'Orb.
Nucula bivirgata Fitton
Venericardia Dupiniana d'Orb.
Spondylus cf. *Roemeri* Deshayes
Actaeon cf. *astieriana* d'Orb.
Turritella vibrayeana d'Orb.
Purpuroidea sp.
Cidaris pyrenaica Cotteau [2]
Cidaris Lhardyi Desor
Goniopygus Loryi Cotteau
Histocidaris cf. *baculina* Lambert

1. *In* É. Basse, p. 36.
2. *In* P. Sénesse, **13**, p. 61 (d'après J. Lambert).

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Pseudodiadema cf. *albense* LAMBERT
Isocrinus askerensis VALETTE [1]
Polypiers composés (Astréidés).

Ces marnes, à faune crétacée, ne peuvent évidemment être attribuées au Trias, qui d'ailleurs n'est jamais fossilifère dans les Corbières. Il est également possible que la pointe albienne de la carte soit, dans sa partie méridionale au moins, aptienne ou même néocomienne.

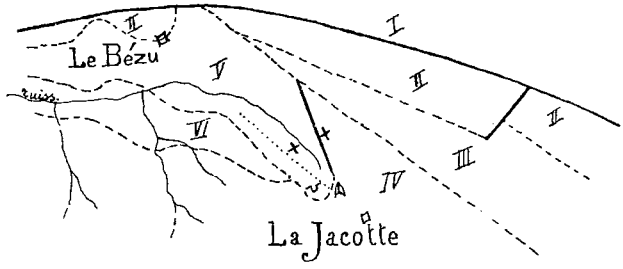


FIG. 1. — Esquisse géologique des environs : La Jacotte-Le Bézu.
I. Santonien. — II. Turonien. — III. Cénomanien. — IV. Albien. — V. Trias de la carte. — VI. Aptien calcaire. — + gîtes fossilifères. —.... limite entre le Trias au S et les marnes fossilifères du NW de la Jacotte au N.

II. CÉNOMANIEN.

1. *Le Col du Kid.*

Situé entre la Chaîne de Saint-Antoine de Galamus et le Chaînon de Peyrepertuse (S de Soulatge), le gisement est au sein de marnes et marno-calcaires blanchâtres en surface, bleuâtres en profondeur, ayant donné d'abord un fragment d'Ammonite indéterminable.

Quelques mètres plus au Sud, dans les marnes, s'intercalent de minces assises d'un grès grossier, désagrégé, renfermant de nombreux débris de tests. On y recueille, avec des Polypiers : *Nerinea monilifera* D'ORB., *Trochus Senessei* n. sp.

L'ensemble de ces couches paraît plonger vers le S et appartient aux assises de la « zone cénomanienne » de Carez qui longe le front nord-pyrénéen et qu'on pourrait désigner sous le nom de *zone cénomanienne frontale* pour la distinguer des autres bandes de même âge situées plus au N dans le synclinal corbérien.

1. J. LAMBERT et Dom A. VALETTE, 8, p. 57.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

2. *Sud de la Source-salée.*

Les gisements à Gastropodes, Lamellibranches de ce point se situent à la partie supérieure de cet étage, dans des marnes et calcaires jaunes, gris-bleu ou gris et lie-de-vin. Hormis *Naiadana cenomanensis* n. sp., ils ont déjà été cités (É. Basse, **2**, p. 36-37).

Les Échinides ont été décrits par J. Lambert (**8**). Ce sont : *Tetragramma variolare* Brongniart, *Anorthopygus orbicularis* Grateloup, *Anorth. Michelini* Cotteau.

Le flanc N du pli de La Ferrière s'étant écroulé, quelques fossiles du sommet de l'étage se retrouvent au bas de la pente N à la surface de couches auxquelles ils n'appartiennent pas. Tel est sans doute le cas de *Cardium corbaricum* n. sp. et de *Cyprina* (*Venilicardia*) sp., trouvés à la surface des couches à ambre qui sont azoïques (**13**, p. 23).

3. *Cénomanien supérieur entre Les Jordis et Les Escudiers.*

Ce niveau (**13**, p. 54, n° 1) est recouvert par le Turonien. Il a donné, outre *Naiadina sigmoidea* Reuss, les Échinides suivants déterminés par J. Lambert (*in* P. Sénesse, **13**, p. 54) : *Tylocidaris cenomanensis* Cotteau, *Cidaris Sorigneti* Desor, *Goniopygus Menardi* Desmaret, *Anorthopygus orbicularis* Grateloup, *Discoides subuculus* Klein et *Corax falcatus* Agassiz, déterminé par M. Leriche (**9**, p. 381).

Le gisement recouvre des calcaires à *Caprina* et *Ichthyosarcolithes* qui surmontent les calcaires à *Prealveolina cretacea* Reichel.

III. Turonien.

1. *Ligérien à l'Est des Capitaines. Route de La Bétouse.*

Sur la lèvre orientale de la faille de l'Est des Capitaines se montrent des sédiments gréseux roux appartenant vraisemblablement à la partie supérieure du Ligérien.

Ils renferment des bancs calcaires pétris de *Nerinea requieniana* d'Orb. Ils sont surmontés par des bancs calcaires à Rudistes dans lesquels j'ai relevé *Vaccinites Grossouvrei* Douvillé.

2. *Base de l'Angoumien supérieur : gisement de Coumo Bouïret.*

Situé à 200 m. de la faille de l'Est des Capitaines (commune de Bugarach), ce gisement m'a fourni plusieurs espèces souvent mal conservées :

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Tylostoma cf. *Cossoni* THOMAS et PERON
Aporrhais ou *Pterodonta* (?) *Dutrugei* COQUAND
Cerithium tenouklense COQUAND
Rostrocerithium plicatum SOW.
Nerinea requieniana D'ORB.
Nerinea sp.
Cardium (*Trachycardium*) groupe de *productum* Sow.
Exogyra aff. *conica* Sow. (var. subcarénée d'*Ex. columba* LAM.)
Spondylus latus Sow.
Vaccinites petrecoriensis DOUV.
Vacc. Grossouvrei DOUV.
Orbignya Requieni var. *resecta* DEFR.
Radiolitités (3 ou 4 espèces)
Rudistes (espèces inédites)

C'est le gisement le plus intéressant de l'Angoumien des Corbières.

IV. SANTONIEN INFÉRIEUR DE CUGUROU.

Au point où la ligne électrique coupe le chemin de Bugarach à la ferme de Cugurou, existe un très petit lambeau-témoin composé de marnes et de marno-calcaires d'un blanc jaunâtre avec cristaux de quartz bipyramidés et grains de glauconie. Ces sédiments sont restés en place dans les poches du calcaire coniacien à *Vaccinites corbaricus* et *V. Zurcheri*. Noter que la carte indique là une bande de Cénomanien vers le milieu de laquelle, sur 400 m., passe le chemin de Cugurou, tracé en réalité dans des calcaires où pullulent les Hippurites. Dans les marnes, j'ai recueilli :

Lamna appendiculata AG. [1]
Oxyrhina angustidens REUSS
Corax falcatus AG.
Orthacodus Senessei LERICHE
Pycnodontidés (dents)
Homarus sp. [2]
Necrocarcinus sp.
Nautilus sp. (mâchoire)
Exogyra sp.
Ostrea indifferens ZITTEL
Sphaerulites sp.
Terebratula sp.
Rhynchonella sp.

1. M. LERICHE : 9, p. 375.
2. V. VAN STRAELEN : 15, p. 152.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Stereocidaris sceptrifera MANTELL [1]
Tylocidaris clavigera KÖNIG
Tylocidaris corbarica LAMBERT
Micraster corbaricus LAMBERT
Micraster Matheroni DESOR
Echinocorys Gravesi DESOR
Pseudocupressocrinus Senessei VALETTE
Asteroidea sp.

La riche faune de ce curieux horizon, que datent les *Micraster*, n'a été retrouvée nulle part avec toutes les espèces qui la caractérisent.

1. J. LAMBERT et Dom A. VALETTE : 8, p. 48.

OUVRAGES CITÉS

1. É. BASSE. Faune malacologique du Crétacé supérieur du Sud-Ouest de Madagascar. Paléontologie de Madagascar. *Annales de Paléontologie*, 1932, t. XXI, et 1933, t. XXII, 118 p., 13 pl., 6 fig.
2. É. BASSE. Sur quelques Mollusques des Corbières méridionales. *B. S. G. F.*, 1938, série 5, t. IX, fasc. 1-3, p. 35-58, fig. 1.
3. W. BIESE et P. SIEVERTS-DORECK. Crinoidea cretacea *in Fossilium catalogus*. I : Animalia. Pars 77, 1937, 254 p.
4. H. DOUVILLÉ. Études sur les Lamellibranches. Vulsellidés. *Annales de Paléontologie*, t. II, 1907, p. 97-119, 2 pl. (XV et XVI).
5. H. B. GEINITZ. Das Elbthalgebirge in Sachsen. Teil I : Der untere Quader. *Palaeontographica*, Bd XX, 1871-1875, 320 p., 67 pl.
6. A. DE GROSSOUVRE. Recherches sur la Craie supérieure. 1re partie : Stratigraphie générale, 1901. *Mémoires... Carte géologique de la France*, 559 p.
7. E. GUÉRANGER. Album paléontologique du département de la Sarthe... fossile... Le Mans, 1867, 25 pl.
8. J. LAMBERT et Dom A. VALETTE. Étude de quelques Échinodermes crétacés de Bugarach (Aude). *B. S. G. F.*, 1934, 5e série, tome IV, fasc. 1-3, p. 43-60, pl. VI.
9. M. LERICHE. Les Poissons du Crétacé et du Nummulitique de l'Aude. *B. S. G. F.*, 1936, 5e série, t. VI, fasc. 6-8, p. 375-402, 1 fig., pl. XXV-XXVII.
10. E. MUNIER-CHALMAS. Note sur les *Vulsellidae* ADAMS. *Bull. Soc. linnéenne de Normandie*, vol. VIII, 1863, p. 97-110, 1 pl.
11. A. D'ORBIGNY. Paléontologie française. Terrains crétacés. Gastropodes. 1842-1843, 456 p., pl. 149-236.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

12. A. Peron. Note pour servir à l'histoire du terrain de la Craie dans le SE du Bassin anglo-parisien. *Bull. Soc. Sc. hist. et nat. Yonne*, (41), 1887, p. 145-366, 3 pl.
13. P. Sénesse. Contribution à l'étude du Crétacé supérieur des Corbières méridionales. Toulouse, 1937, 182 p, 14 pl., 9 fig.
14. A. Valette. Note sur les Crinoïdes de la Craie blanche. *Bull. Soc. Sc. hist. et nat. Yonne*, 2e sem. 1916 (1917), 178 p., 31 fig.
15. V. Van Straelen. La faune carcinologique du Crétacique des Corbières méridionales. *CR. somm. S. G. F.*, 1938, fasc. 9, p. 151-153.
16. H. Woods. A monograph of the Cretaceous Lamellibranchia of England. *The Palaeontographical Society*, vol. II, 1904-1913, 1913 : p. 341-473, pl. LV-LXII.

EXPLICATION DE LA PLANCHE II

Fig. 1 a, b, c. — *Trochus Senessei* n. sp. Type.
Cénomanien du Col du Kid, p. 24.
Fig. 2 a, b. — *Cardium corbaricum* n. sp.
2 a : Type, présentant ses deux valves en connexion.
2 b : cotype.
A la surface des couches à ambre, sous la Source-salée, p. 24.
Fig. 3 a, b, c, d. — *Naiadina cenomanensis* n. sp. Type.
3 a-b : Valve gauche.
3 c-d : Valve droite.
Crête cénomanienne au Sud de la Source-salée, p. 25.
Fig. 4 a, b, c, d. — *Naiadina sigmoidea* Reuss. Valves droites.
Cénomanien supérieur entre Les Jordis et les Escudiers, p. 26.
Fig. 5 a, b, c. d. — *Bourgueticrinus granulosus* Peron. Articles de tige.
Base du Santonien supérieur de La Jouane, p. 27.

Tous ces exemplaires sont figurés en grandeur naturelle et appartiennent à la Collection Pierre Sénesse.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Sur quelques Mollusques crétacés des Corbières méridionales

par **Éliane Basse** [1].

Planche III.

INTRODUCTION

Depuis longtemps, les Mollusques crétacés des Corbières ont retenu l'attention des paléontologistes ; je ne rappellerai ici [2] que le nom de l'un des plus connus d'entre eux, A. de Grossouvre, dont les travaux (17) concernent plus particulièrement les Ammonites.

L'un de nos collègues, M. P. Sénesse, vivement intéressé par l'étude géologique des Corbières méridionales, y a effectué pendant ces vingt dernières années des récoltes paléontologiques abondantes et intéressantes. En 1937, dans un mémoire détaillé (29) sur le Crétacé supérieur de cette région [3], il exposa le résultat de ses recherches des points de vue stratigraphique et tectonique ainsi que l'étude paléontologique des Hippurites recueillis.

L'examen des autres groupes zoologiques fut confié à divers spécialistes. M. Sénesse me pria d'étudier les Ammonites de tous les niveaux et la plupart des autres Invertébrés récoltés depuis l'Aptien jusqu'au Santonien inférieur inclus, soit plus de quatre cents échantillons ; je lui en exprime ici toute ma reconnaissance.

Les horizons stratigraphiques où notre confrère a recueilli les fossiles en question dans ce mémoire ont pour la plupart été déjà mentionnés et déterminés géographiquement avec précision dans son étude géologique ; le lecteur est donc prié de s'y reporter.

Je me bornerai ici à établir l'inventaire des principaux gisements, puis à décrire sommairement quelques espèces nouvelles ou quelques caractères inédits concernant des espèces déjà nommées, enfin à exposer succinctement quelques conclusions.

1. Note présentée à la séance du 7 novembre 1938.
2. Les numéros en caractères gras renvoient à l'index bibliographique, p. 56.
3. Cet ouvrage contient l'indication d'une bibliographie géologique et paléontologique sommaire des Corbières.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

I. INVENTAIRE DES GISEMENTS

I. — Aptien et Albien de Cugurou au Bézu (29, p. 56-62).

La puissante série de marnes et de grès noirs, rapportée par M. Sénesse à l'Aptien et à l'Albien, a fourni de nombreuses espèces, notamment :

Spondylus sp.
Arca (*Trigonoarca*) cf. *gabrielis* d'Orb.
Trigonia spinosa Park.
Astarte elongata d'Orb.
Serpula socialis Goldfuss
Serpula sexangularis Münster *in* Goldf.
Serpula sp. indét (2 espèces)
Terebratula sp.
Rhynchonella cf. *compressa* Lam.
Isocrinus sp. indét.

Certaines, comme *Gryphaea aquila* d'Orb. (= *latissima* Lam.), indiquent la présence de l'Aptien dans ce complexe ; d'autres, comme *Nucula bivirgata* Fitton, *Venericardia dupiniana* d'Orb., *Turritella* (*Haustator*) *vibrayeana* d'Orb. si abondant, *Isocrinus askerensis* Valette, recueillis au NW de La Jacotte, évoquent l'Albien, tandis que : *Alectryonia carinata* Lam. (SE de La Jacotte, Curbeillé au SW de Bugarach), *Exogyra flabellata* d'Orb., *Inoceramus striatus* Mantell, *Typocidaris essenensis* Schlüter, semblent indiquer l'existence du Cénomanien dans cette série.

II. — Affleurements cénomaniens de la région de Bugarach et de Soulatge.

1° Le Cénomanien affleure à la crête du pli de La Ferrière ; ses assises sont très fossilifères, on recueille un peu partout :

Alectryonia carinata Lam.
Exogyra flabellata d'Orb. [1]
Exogyra columba Lam.
Serpula septemsulcata Reich et Cotta
Terebratula plicata Defr. (= *phaseolina* Lam.) ;

en outre, à l'E du col de La Pourteille : *Pycnodonta biauriculata* Lam., à l'W du col du Capeilla : *Terebratula Menardi* (Lam.) d'Orb. et *Serpula conjuncta* Geinitz.

1. Cette espèce se trouve en particulier dans le Cénomanien inférieur à Orbitolines, d'une part au col de Capeilla, sur le sentier de la Source-salée, et d'autre part à Roque-Rouge.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Plus à l'E, dans une assise pétrie d'Orbitolines surmontant les couches à Préalvéolines :

Turritella cf. *elegantissima* Repelin
Nerinea (*Diozoptyxis*) *pailleteana* d'Orb.
Glauconia Coquandiana d'Orb.
Isocrinus cf. *carinatus* Roemer

Sur la même crête, plus à l'E encore et au S de la Source-salée (**18**) :

Puzosia sp. indét.
Rostellaria palliata Forbes
Cerithium sp.
Nerinea (*Ptygmatis*) *pseudo-nobilis* Choffat [1]
Nerinea cf. *olisiponensis* Sharpe
Turritella sp.
Ampullopsis Faujasi Dumas
Trochus cf. *Guerangeri* d'Orb.
Exogyra Matheroniana d'Orb. [2]
Pycnodonta hippopodium Nillson
Pecten hispidum Goldfuss
Naiadina nov. sp.
Crassatella regularis d'Orb.
Lucina cf. *turonensis* d'Orb.
Caloxanthus formosus A. Milne-Edwards [3]
Xanthosia gibbosa Bell
Lithophylax Trigeri A. M.-E.
Raninella Trigeri A. M.-E.
Necrocarcinus sp.
Homarus sp.
Callianassa sp.
Serpula conjuncta Geinitz.
Isocrinus cf. *carinatus* Roemer.

2° A la Coumbetto (S de Bugarach) (**29**, p. 53) abondent des Nérinées mal conservées et *Nerinea fleuriausiana* d'Orb., espèce signalée dans le Cénomanien du Bassin pyrénéen ; enfin, dans une assise surmontant les couches à Préalvéolines : *Rhynchonella pisum*.

3° Au col du Kid (S de Soulatge) (**29**, p. 71).

Nerinea monilifera d'Orb.
Trochus nov. sp.

III. — Le Turonien de la région de Padern et Bugarach.

Au pont du ruisseau de La Tartière, entre Padern et Les Devois, l'assise turonienne à *Periaster Verneuili* Desor a fourni :

1. Malgré la présence de cette espèce du Turonien de Portugal et de Tunisie M. Sénesse pense que ces couches peuvent encore appartenir au Cénomanien supérieur.

2. Espèce considérée par Pervinquière comme une variété d'*Ex. flabellata*, du même niveau.

3. Les Crustacés mentionnés dans ce travail ont été déterminés par l'éminent spécialiste M. V. Van Straelen (**31**), sur ma demande, avec l'autorisation de M. Sénesse, qui me les avait confiés.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Trigonoarca thevestensis COQUAND, très répandu dans la même région, du Cénomanien au Coniacien, enfin : **Pycnodonta vesicularis* LAM., des *Puzosia* difficilement identifiables et *Pachydiscus* cf. *vaju* STOL. Cette dernière forme se trouve également à droite du ruisseau du Barthas, au NW du point 245.

La même couche renferme, entre les ruisseaux de La Tartière et du Barthas, sur la ligne : Bergerie de Murs-Point 486, un très beau gisement d'Ammonites :

**Neoptychites cephalotus* COURT. [1]
Pachydiscus cf. *peramplus* MANTELL
**Parapuzosia* cf. *gaudama* FORBES
**Fagesia thevestensis* PERON
Vascoceras polymorphum PERV.
**Pseudotissotia* (*Leoniceras*) *Pavillieri* PERV.,

qui contient aussi quelques Lamellibranches, notamment *Trigonoarca thevestensis* COQUAND, *Inoceramus labiatus* SCHLOTHEIM.

Dans la région de Bugarach, la combe au N du Linas présente un petit gisement :

**Lytoceras* (*Tetragonites*) aff. *epigonum* KOSSMAT
Puzosia sp. indét.
**Hoplitoides* sp. juv. aff. *ingens* VON KOENEN emend SOLGER
Arrhoges (*Drepanochilus*) *noueliana* D'ORB.

Dans l'aile S du pli du Bézu, sur le chemin de Cugurou à Saint-Louis et au col de Parahou : *Rh. Cuvieri* D'ORB. et *Ter. obesa* SOW., accompagnant *Discoides minimus* AG.

IV. — GISEMENTS SÉNONIENS.

A. **Coniacien du Bassin de Saint-Louis-Parahou.**

Dans la région de Parahou-petit (Bergerie Monié), M. Sénesse a recueilli des exemplaires de très grande taille de **Nowakites Linderi* DE GROSS.

B. **Coniacien et Santonien de la Région de Bugarach.**

Le Coniacien affleurant aux environs de Bugarach est très fossilifère.

Sous La Pourteille (N de Bugarach), les couches de base du

1. Les astérisques indiquent les espèces ayant donné lieu à des remarques paléontologiques (voir p. 43).

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Coniacien inférieur renferment (29, p. 31), avec *Vaccinites corbaricus*, *V. Zurcheri*, *V. giganteus*, etc... de très nombreux Polypiers, des Rhynchonelles, et *Lithodomus rugosus* d'Orb. à affinités turoniennes marquées. Le niveau coniacien à *Orbignya incisa* Douv. (29, p. 32) contient : *Nerita* (*Otostoma*) cf. *mundae* Sharpe, *Liostrea* cf. *thevestensis* Coquand, *L.* cf. *tetragona* Bayle, *Rhynchonella difformis* d'Orb., *Terebratula* sp. L'assise distinguée par M. Sénesse (29, p. 38, f. 5, couche n° 4) lui a fourni quelques exemplaires de *Cardium* (*Tachyc.*) *productum* Sow.) (= *T. subproductum* Th. et P.) et *Lithodomus obtusus* d'Orb. (= *L. contortus* d'Orb.).

Alectryonia Deshayesi Fischer de Waldh. (*in* Coquand) existe : au N du roc de La Rusto avec *Circopeltis meridanensis* Cotteau (29, p. 27) et sur le chemin du Reilhat à Bugarach et à La Jigudo, avec *Terebratula* sp., *Rhync. vespertilio* var. *baugasi* d'Orb., *Rh. difformis* d'Orb. (29, p. 31).

Le gisement à Échinides, Polypiers, etc..., de La Chaussée Anglade, à 700 m. en aval de Bugarach (29, p. 32) contient également *Gryphaea Pitcheri* Coquand, *Lima* sp., *Palaeastacus plauensis* Geinitz et les mêmes Brachiopodes que le gisement précédent.

De la même région, mais à un niveau supérieur : **Rostrocerithium plicatum* d'Orb., *Dicroloma* (*Anchura*) cf. *requieniana* d'Orb., *Turritella convexiuscula* Zekeli, ces deux dernières formes à affinités turoniennes, sont rares dans les Corbières, *Potamides* cf. *reticosus* Sow., dont le plésiotype est du Santonien inférieur de Sougraigne.

Le Coniacien moyen à Céphalopodes renferme, avec **Rostr. plicatum* Sow., **Pycn. vesicularis* Lam. Au N de Bugarach, il contient :

**Nowakites Linderi* de Gross.
Parapuzosia cf. *corbarica* de Gross.
**Mortoniceras Bontanti* de Gross.
Mortoniceras serrato-marginatum Redt.
Scaphites Lamberti de Gross. (29, p. 33, pl. X, f. 3)
**Scaphites* aff. *aquisgranensis* Schlüter,

les espèces de Brachiopodes si communes dans la région, et quelques Lamellibranches : *Pecten* (*Neithea*) *quadricostata* Sow. [1], *Lima semisulcata* Deshayes, *Lithodomus* cf. *intermedius* d'Orb. Le dernier *Mortoniceras* cité se trouve dans le Coniacien

1. Forme également abondante dans le Coniacien supérieur de la même région.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

supérieur et le Santonien inférieur d'Europe ; dans les Corbières, il apparaîtrait dès le début du Coniacien supérieur [1].

A proximité de Cugurou, les marnes du Santonien inférieur renferment, avec des Crustacés mal conservés, quelques Échinides : *Micraster corbaricus* LAMBERT, *M. Matheroni* DESOR, *Echinocorys Gravesi* DESOR. Il est possible qu'*Al. dichotoma* BAYLE, recueilli non en place dans le lit de La Blanque, en amont de Bugarach, provienne des mêmes couches.

C. **Région de Sougraigne.**

Les argiles bleues de la base du Santonien supérieur, qui affleurent à La Jouane, au S de Sougraigne, constituent un des plus beaux gisements d'Ammonites des Corbières :

**Phylloceras Rousseli* DE GROSS.
Phylloceras sp.
**Lytoceras* (*Tetragonites*) *Rouvillei* DE GROSS. [2]
Lytoceras (*Jouaniceras*) *Sicardi* DE GROSS.
Hamites cf. *simplex* D'ORB.
**Hauericeras Welschi* DE GROSS.
**Parapuzosia gaudama* FORBES
Puzosia (*Latidorsella*) *diphylloides* FORBES
Placenticeras guadaloupae ROEMER
**Scaphites Senessei* n. sp.
**Scaphites* aff. *aquisgranensis* SCHLÜTER

qu'accompagnent des Crustacés : *Homarus* sp., *Callianassa* sp., *Necrocarcinus* sp. et un Crinoïde : *Bourgueticrinus granulosus* PERON (**32**, p. 106, fig. 7).

Enfin, *Mort. serrato-marginatum* REDT. se trouve dans les marnes à *Micraster* du vallon de La Forest (NE de La Barde-Neuve).

D. **Région de Camps-Cubières.**

Peu fossilifère, l'Angoumien du Nord de Cubières ne renferme guère que des Lamellibranches dont *Alectr. diluviana* LINNÉ. Les niveaux du Santonien inférieur affleurent au N de La Bastide de Camps notamment entre le ruisseau des Pastressis et le Causse situé au N (qui est du Coniacien inférieur et moyen) avec **Nowa-*

1. Rappelons en effet que, contrairement à Toucas et de Gross. notamment, M. Sénesse (**29**, p. 29-42) distingue nettement la zone à Hippurites du 3e niveau de Toucas (Coniacien inférieur) des zones à Ammonites (Coniacien moyen et supérieur).

2. Cette espèce, ainsi que la suivante et *P.* (*L.*) *diphylloides*, sont particulièrement abondantes.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

kites Linderi DE GROSS., à affinités coniaciennes et quelques *Scaphites* dans des couches qu'il est difficile d'attribuer à ces niveaux plutôt qu'au Coniacien supérieur, faute de Céphalopodes caractéristiques.

Enfin, la présence de *Glauconia Coquandi* D'ORB., Gastropode caractéristique des faunes saumâtres du Campanien inférieur de Provence (zone du Plan d'Aups) indique, pour le Santonien supérieur et peut-être aussi le Campanien inférieur de La Bastide de Camps, un régime lagunaire.

E. **Coniacien moyen de Soulatge.**

Les belles *Tissotia* qui caractérisent les gisements de Soulatge ayant déjà été mentionnées et figurées par M. Sénesse (29, p. 35-36 et Pl. X-XI), je me bornerai ici à mentionner les autres Invertébrés examinés.

Les Céphalopodes, assez mal conservés, sont, avec des *Lytoceras*, des *Pachydiscus*, des *Scaphites* et des Nautiles spécifiquement indéterminables : *Lyto* (*Tetrag.*) aff. *epigonum* KOSSMAT, **Nowakites savini* DE GROSS., *Parapuzosia* cf. *corbarica* DE GROSS. *Peroniceras* cf. *Moureti* DE GROSS. et *Barroisiceras haberfellneri* v. HAUER. Parmi les autres fossiles :

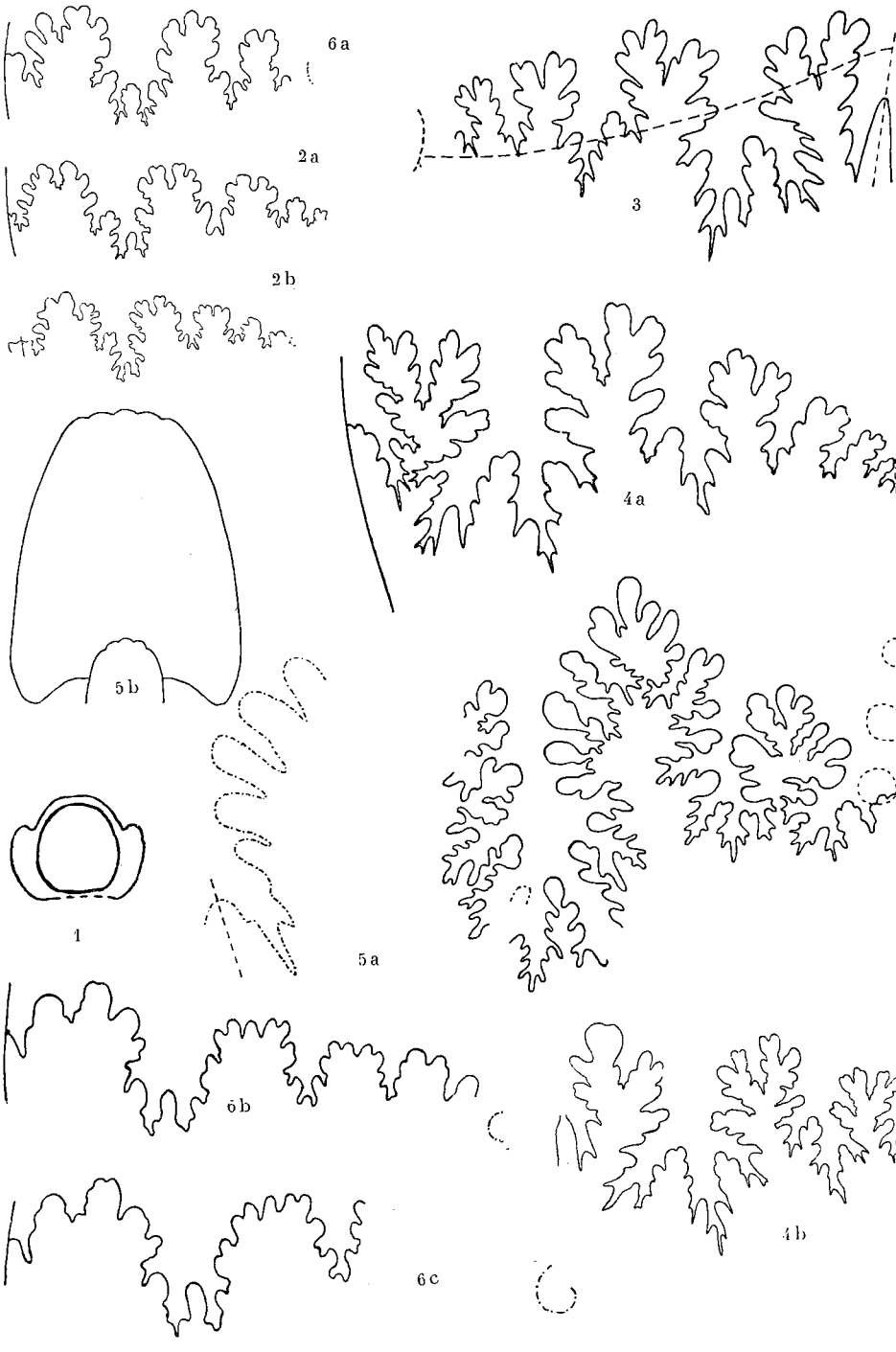
**Actaeonella laevis* D'ORB.
Arrhoges (*Drepanochilus*) *noueliana* D'ORB.
**Rostrocerithium plicatum* SOW.
Pleurotomaria Gallienei D'ORB.
**Pycnodonta vesicularis* LAM.
Lima abrupta D'ORB.
Pecten marrotianus D'ORB
Pecten (*Neithea*) *quadricostata* SOW.
Corbis (*Fimbria*) *Sharpei* CHOFFAT.
Platymya Agassizi D'ORB.
Pholadomya ligeriensis D'ORB.
Rhynchonella vespertilio var. *baugasi* D'ORB.
Rh. difformis D'ORB.
Terebratula (2 espèces).
Bolbaster prunella LAM.

Notons que certains Lamellibranches, comme : *A.* (*D.*) *noueliana* D'ORB., *C.* (*F.*) *Sharpei* CHOFFAT, *Ph. ligeriensis* D'ORB. présentent des affinités turoniennes manifestes.

F. **Coniacien moyen des Devois.**

Aux environs du point 245 a été recueilli un *Barroisiceras haberfellneri* v. HAUER, dans un niveau du Coniacien moyen. Plus à l'Ouest, le Coniacien est caractérisé par *Vaccinites corbaricus* DOUV. Dans cette région, le Santonien inférieur est plus développé que ne l'indique la carte géologique (Note de M. Sénesse).

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC



Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

II. ÉTUDE DE QUELQUES ESPÈCES

AMMONITES.

Phylloceras Rousseli DE GROSS.

Pl. III, fig. 1 et 2.

1894. *Schlüteria Rousseli* DE GROSS. : **17**, p. 217, pl. XXIV, f. 2.

Il convient de rapporter cette espèce, non pas au genre *Schlüteria* DE GROSS., mais au genre *Phylloceras* SUESS, dont elle possède la cloison typique. En particulier, les subdivisions des selles présentent des terminaisons phylloïdes (Pl. III, fig. 1). Les flancs sont à peu près plats. L'ornementation consiste en côtes fines, très nombreuses, subradiales, traversant sans s'infléchir la région siphonale.

Gisement. — Argiles bleues de la base du Santonien supérieur de La Jouane, au S de Sougraigne.

Cette espèce a déjà été signalée dans le Santonien de Sougraigne par A. de Grossouvre, au niveau des calcaires à *Lima marticensis*.

Lytoceras (*Jouaniceras* n. sg.) ***Sicardi*** DE GROSSOUVRE.

Pl. III, fig. 3 à 7 et p. 42, f. 1.

1894. *Lytoceras Sicardi* DE GROSS. : **17**, p. 223, pl. XXXVII, f. 6 et 11 (type).
1894. *Heteroceras* (?) *Sicardi* DE GROSS. : **17**, note infrapaginale p. 224.

LÉGENDE DES FIGURES DE LA PAGE CI-CONTRE.

1. *Lytoceras* (*Jouaniceras*) *Sicardi* DE GROSS.
   La Jouane. Exemplaire représenté pl. III, f. 7.
   Section, légèrement agrandie, de la loge d'habitation, destinée à montrer le contour particulier des côtes lamelleuses, au stade sénile.
2 a et b. *Neoptychites cephalotus* COURT.
   Cloison, G. N. Deux exemplaires de Padern.
3. *Nowakites Linderi* DE GROSS. Cloison G. N. Parahou-petit.
4 a et b. *Parapuzosia* cf. *gaudama* FORBES. Cloisons.
   Deux exemplaires du Ligérien entre Padern et Les Devois.
   4 a : G. N. × 4/3.
5. *Mortoniceras Bontanti* DE GROSS. Exemplaire recueilli au N de Bugarach.
   5 a. Cloison G. N. × 4/5.
   5 b. Section du dernier tour. Très réduit.
6. *Pseudotissotia* (*Leoniceras*) *pavillieri* PERV.
   Cloisons. Trois exemplaires du Ligérien entre Padern et Duilhac.
   6 a. G. N. × 1.
   6 b. G. N. × 8/7.
   6 c. G. N.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

M. Sénesse a recueilli dans les marnes de La Jouane une vingtaine de *Lytoceras Sicardi* de toutes tailles (maximum : 35 mm. de diam.) permettant de suivre jusqu'au stade sénile le développement individuel, ce que A. de Grossouvre n'avait pu observer.

La brièveté de cette note m'autorise seulement à signaler quelques particularités de cette espèce ; les photographies jointes y suppléeront.

Très caractéristique, l'enroulement se produit d'abord suivant le mode « turrilite », mais en sens inverse (sens dextre, comme la plupart des Gastropodes) (Pl. III, fig. 5 et 6), puis brusquement, après 2 à 3 tours, il devient très régulièrement spiralé, les tours, au nombre de 3 environ, restant contigus et ne devenant jamais embrassants, le plan de la spire étant sensiblement perpendiculaire (et non oblique comme le signale A. de Gross.) à l'axe d'enroulement turriculé. Ce changement dans le mode d'enroulement, tardivement aperçu par A. de Gross., l'avait déterminé à proposer le rattachement de son espèce au sous-genre *Heteroceras* (?).

L'ornementation consiste en côtes très espacées (27 sur le premier tour spiral), étroites, lamelliformes, de plus en plus tranchantes ; elles sont généralement très émoussées par l'usure. Sur la loge d'habitation de l'individu sénile, qui occupe les 3/4 du dernier tour environ, elles sont beaucoup plus élevées sur les flancs que sur la région ventrale où leur hauteur décroît brusquement à partir d'un certain point (p. 42, f. 1). En outre, il est très intéressant de noter que, sur ces derniers représentants des Lytocératidés, elles présentent une rétroversion rappelant celle que l'on observe sur les dernières espèces du g. *Acanthoceras* s.-l.

Cette espèce présente tous les caractères des Lytocératidés : cloisons, section des tours, côtes tranchantes rappelant les côtes principales de certaines espèces jurassiques, constrictions sur la partie turriculée analogues à celles des Tétragonites. Néanmoins, les caractères mentionnés plus haut, notamment l'enroulement hétérogène très particulier et très constant, ne permet son introduction dans aucune des subdivisions de Lytocératidés généralement admises. En particulier *Heteroceras* d'Orb., auquel A. de Grossouvre propose de rattacher son espèce, par sa définition ambiguë, prête à confusion, englobe des espèces disparates sans affinités réelles et dont le seul caractère commun, de valeur phylétique contestable, est la variabilité du mode d'enroulement.

Je propose donc d'en faire le type d'un sous-genre nouveau : *Jouaniceras*, défini par l'ensemble de caractères exposé ci-dessus.

A ma connaissance, cette espèce n'existe qu'aux environs de

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Sougraigne où elle fut signalée par A. de Gross. (couche à *Placenticeras syrtale*) et retrouvée par M. Sénesse.

Le *Lyto.* (*H.?*) cf. *Sicardi* DE GROSS. du bassin de Florence mentionné et figuré par DESIO (**10**, p. 233, pl. XVI, f. 2) semble assez différent de l'espèce corbiérienne.

Je ne connais nulle part ailleurs de forme comparable, et ceci est peut-être dû à la très petite taille de cette espèce et à la fragilité du test, qui lui permettent d'échapper aux récoltes ou de n'y figurer qu'à l'état de débris indéterminables. C'est un des derniers Lytocératidés.

Gisement. — Base du Santonien supérieur de La Jouane.

Lytoceras (*Tetragonites*) *Rouvillei* DE GROSS.

Pl. III, fig. 8.

1894. *Gaudryceras Rouvillei* DE GROSS. : **17**, p. 228, pl. XXXVII, f. 10.

Échantillons ferrugineux dont les cloisons sont nettement visibles sous le test, lisse, ayant conservé sa couche nacrée. Section quadrangulaire, caractéristique du s.-g. *Tetragonites* KOSSMAT. Espèce dépourvue de sillons ; bien que lisse d'apparence, le test montre des stries d'accroissement extrêmement fines.

Gisement. — Une vingtaine d'exemplaires ont été recueillis par MM. Alloiteau et Sénesse : à la base du Santonien supérieur de Sougraigne, au bord de la rivière, ainsi qu'à La Jouane, sur le chemin de La Pourteille.

Lytoceras (*Tetragonites*) aff. *epigonum* KOSSMAT.

1865. *Amm. Timotheanus* p. p. STOLICZKA : **30**, p. 146, pl. LXXII, f. 5 seulement.
1894. *Desmoceras pyrenaicum* DE GROSS. : **17**, p. 168, pl. XXV, f. 2 (non pl. XXXVII, f. 9 et texte fig. 73).
1895. *Lytoceras* (*Tetragonites*) *epigonum* KOSSMAT : **19**, vol. IX, p. 39, Pl. III, f. 4 a-c, 5 a-b.
1907. *Lytoc.* (*Tetrag.*) *epigonum* KOSSMAT *in* PERV. : **25**, p. 76, pl. III, f. 27 et 28.

La synonymie de cette espèce appelle quelques remarques. Pour la figuration de *Desmoceras pyrenaicum* DE GROSS., pl. XXXVII, fig. 9 et texte fig. 73, A. de Grossouvre a ultérieurement proposé (**16**, p. 463, note infrap. 1) le nom : *Desmoceras salsense* n. sp. Plus tard (1907) Pervinquière (**25**) attribue cette même figure à l'espèce *P. diphylloides* FORBES (d'après KOSSMAT), et je me range à son avis.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Quant à l'autre exemplaire de *pyrenaicum*, considéré comme type par A. de Grossouvre, et originaire des « marnes bleues situées au-dessus du banc à *Lima marticensis*, sur le chemin de Sougraigne aux Croutets », figuré *in* DE Gross. (**17**, pl. XXV, fig. 2 seulement), le simple examen de ces figures montre qu'elles concernent une forme tout à fait différente de *P. diphylloides* FORBES. L'étude de deux échantillons analogues recueillis dans les Corbières par M. Sénesse fait apparaître qu'il s'agit, non pas d'un *Desmoceras* ou d'un *Puzosia*, mais d'un *Lytoceras* (s.-g. *Tetragonites*), caractérisé d'après la définition de Suess par des selles et des lobes bifides, et d'après celle de Kossmat par une section subquadrangulaire ; en outre, par la forme de la coquille et des sillons, il s'agit d'une espèce bien voisine de *T. epigonum* KOSSMAT. Aussi je n'hésite pas à rapprocher de *T. epigonum* mes échantillons corbiériens ainsi que le type de *pyrenaicum* DE GROSS. Remarquons toutefois que les représentants pyrénéens de *L.* (*T.*) *epigonum* auraient précédé (Coniacien moyen) ceux des autres régions (Tunisie, Madagascar, Inde, N^lle^-Zélande, Patagonie) qui apparaissent seulement au Santonien.

Autant qu'on en puisse juger malgré son mauvais état de conservation, l'un des exemplaires ligériens du N de Linas (diam. : 85 mm.) présente des sillons en même nombre et de même direction que l'espèce indienne ; région siphonale et flancs sont assez aplanis ; la paroi ombilicale est abrupte.

Sur l'autre échantillon (diam. : 75 mm.) du Coniacien moyen, l'ornementation est indiscernable ; par contre la suture, nette, est conforme à celle du type figuré par Kossmat.

Gisements. — Coniacien moyen de Soulatge et Ligérien du N du Linas.

Hauericeras Welschi DE GROSS.

Pl. III, fig. 9.

1894. *Hauericeras Welschi* DE GROSS. : **17**, p. 222, Pl. XXXV, f. 9.

Bien que je considère jusqu'ici comme synonymes : *H. rembda* FORBES et *H. gardeni* BAILY, où les sillons sont assez variables en nombre et forme, je crois devoir en distinguer l'espèce de A. de Grossouvre. Celle-ci s'écarte en effet du groupe précédent par ses tours plus hauts et plus embrassants ; en outre, ses sillons sont beaucoup moins infléchis vers l'avant et ils présentent dans cette direction une convexité entre deux concavités, tandis que ceux de l'autre groupe sont simplement mais fortement concaves vers l'avant.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Les cloisons de cette espèce, encore inconnues jusqu'ici, sont remarquablement nettes sur mes échantillons (Pl. III, fig. 9). Tout petits, mes 3 spécimens corbiériens ne présentent pas encore la carène creuse caractérisant les adultes de ce genre.

Les *Hauericeras* en question ci-dessus sont santoniens : *H. rembda* (= *H. gardeni*) est du Santonien supérieur, *H. Welschi* est signalé dans les couches à *Mort. texanum* des Corbières.

Gisement. — Argiles bleues de la base du Santonien supérieur de la Jouane, au Sud de Sougraigne.

Neoptychites cephalotus Court.

Pl. III, fig. 2 a-b et p. 42, fig. 2 a-b.

1860. *Amm. cephalotus* Court. : **9**, p. 248, pl. II, f. 1-4.

Trois exemplaires (diam. : 75 à 90 mm.) relativement minces, lisses, dont les cloisons, fig. 2 a-b, p. 9, offrent le même type de variabilité individuelle que celles des *Barroisiceras* et en particulier de *B. haberfellneri* v. Hauer.

Gisement. — Turonien inférieur de la région de Padern.

Nowakites savini de Gross.

Synonymie *in* Diener : **11**, p. 113.

Un exemplaire, diam. : 80 mm.

Espèce corbiérienne des couches à *Pl. syrtale* et des marnes bleues à *Mort. texanum*, signalée notamment d'un « gisement inconnu » par A. de Grossouvre (**17**, p. 154), aux environs de Soulatge. M. Sénesse l'a recueillie dans les marnes à *Micraster corbaricus*, à environ 1 km. à l'E de Soulatge, peut-être s'agit-il là du « gisement inconnu » de A. de Grossouvre.

Nowakites Linderi de Gross.

Pl. III, fig. 3 et p. 42, fig. 3.

Synonymie in Diener : **11**, p. 113.

Cinq exemplaires dont le diamètre est compris entre 50 et 470 mm. L'un d'eux (diam. : 180 mm.) déjà mentionné par M. Sénesse (**29**, p. 52), de taille comparable à celle du type (**17**, pl. XVIII), originaire du Coniacien inférieur de Padern, vient de Parahou-petit (Bergerie Monié) et présente une morphologie analogue ; il montre les cloisons encore inédites [fig. 3, p. 42]

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

de cette espèce européenne (Corbières, Karpathes). Les autres ont été recueillis au N de Bugarach, et au S de la Bastide de Camps, entre le ruisseau des Pastressis et le Causse situé au N, dans des couches attribuées par M. Sénesse au Santonien inférieur ou au Coniacien supérieur.

Parapuzosia gaudama Forbes.

Pl. III, fig. 10 et p. 42, fig. 4 a-b.

1845. *Amm. Gaudama* Forbes : **14**, p. 113, pl. X, f. 3.
1898. *Puzosia Gaudama* Forbes *in* Kossmat : **19**, vol. XI, p. 180, pl. XXII, f. 2 et 3; pl. XXIII, f. 3.
1907. *Puzosia Gaudama* Forbes *in* Perv. : **25**, p. 161, pl. VI, f. 33 et 34.

Tant par sa morphologie externe que par ses cloisons, un exemplaire très jeune (diam. : 15 mm.), encore pourvu en grande partie de son test nacré, rappelle le spécimen tunisien (diam. : 14 mm. 5) décrit par Pervinquière. Le 1er lobe, très profond, présente une dissymétrie très accusée.

Je détermine *P.* cf. *gaudama* deux autres exemplaires (rayon. : 70 mm.) dont les cloisons, p. 42, fig. 4 a et 5, sont typiquement celles du genre *Parapuzosia* Nowak (selles à base plus ou moins oblique et 1er lobe latéral notablement plus long que le lobe externe), mais dont l'ornementation est assez différente de celle du type spécifique de Forbes. Il y a environ 16 côtes principales par tour, se prolongeant jusqu'à l'ombilic sans s'atténuer, et 2 à 3 fois plus d'intercalaires.

Espèce très répandue, notamment dans l'Inde (Trichinopoly supérieur), à Madagascar (Santonien), en Tunisie (Santonien supérieur). De Grossouvre cite un *Puzosia* aff. *gaudama* dans les Corbières.

Gisement. — Le petit échantillon provient du Santonien supérieur de la Jouane, les 2 autres du Ligérien affleurant entre Padern et Les Devois.

Mortoniceras Bontanti de Gross.

Pl. III, fig. 5 a-b et p. 42, fig. 5.

1894. *Mortoniceras Bontanti* de Gross. : **17**, p. 77, f. 33, pl. XVII, f. 2 et 3.

Cette espèce corbiérienne, dont on ne connaît guère encore que les 3 spécimens mentionnés en 1894 par A. de Grossouvre (17, p. 78), offre d'après cet auteur une ornementation plus ou moins accusée, plus ou moins fine suivant les individus. Notre exemplaire (diam. : 250 mm.), pourvu de 20-22 tubercules ombi-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

licaux sur le dernier tour, est faiblement orné, autant que l'usure de la région ventrale permette de l'apprécier. La cloison, encore inédite, est représentée p. 42, fig. 5 a.

Insistons sur le fait que le bord ombilical forme avec les flancs un angle aigu (fig. 4 b, p. 42) et non droit ou obtus, comme dans la plupart des Ammonites.

Gisement. — Coniacien moyen du N de Bugarach.

Mortoniceras serrato-marginatum Redtenbacher.

Synonymie *in* Diener : **11**, p. 148.

Un spécimen (diam. : 115 mm.) de cette espèce a été recueilli par M. P. Sénesse dans le Coniacien supérieur du N de Bugarach.

Je crois pouvoir également lui rapporter (récoltes Sénesse) un exemplaire (diam. : 100 mm.) des marnes à *Micraster* du vallon de La Forest, ne différant de l'espèce type que par un nombre plus considérable de côtes. Celles-ci étant plus ou moins nombreuses suivant les spécimens décrits jusqu'alors, leur nombre est, dans une certaine mesure, soumis à des variations individuelles.

Espèce du Coniacien supérieur et du Santonien inférieur d'Europe et de Tunisie, signalée dans les marnes à *Micraster corbaricus* des Corbières.

Fagesia thevestensis Peron.

1860. *Amm. Alphonsi* Coquand : **5**, t. II, p. 116, pas de fig.
1896. *Mammites* (?) *Thevestensis* Peron : **24**, p. 23, pl. VII, f. 2-3.
1904. (?) *Amm. Kotoi* Yabe : **33**, part. II, p. 26, pl. VI, f. 3 et 4.
1907. *Fagesia thevestensis* Peron *in* Perv. : **25**, p. 325, pl. XX, f. 5 et 6.

Cette espèce a été maintes fois signalée dans le N de l'Afrique, à Madagascar et dans plusieurs localités européennes. En particulier, rappelons que le spécimen (Galerie de Paléontologie du Muséum) désigné par Coquand sous le nom de *Amm. Alphonsi*, qui, en raison de l'absence de figuration tombe en synonymie avec *F. thevestensis* Peron a été recueilli aux environs d'Amgoulême.

Deux échantillons corbiériens (diam. : 100 et 200 mm.), sur lesquels l'ornementation et les cloisons sont en partie visibles, sont identiques au type figuré par Peron ; un exemplaire de diam. 75 mm. représente le passage à la forme affine *F. superstes* Kossmat.

Gisement. — Turonien inférieur entre le ruisseau de La Tartière et celui du Barthas avec *Leoniceras pavillieri* (voir p. 38).

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Scaphites Senessei n. sp.

Pl. III, fig. 11 et 12.

1894. *Scaphites* sp. *in* de Gross. : **17**, p. 238, f. 87.
1907. *Scaphites* cf. *Meslei* de Gross. *in* Perv. : **25**, p. 122, pl. IV, f. 32, 33 et text fig. 40.

Une vingtaine de *Scaphites* ferrugineux de petite taille (diam. inférieur à 20 mm.) présentent un ensemble de caractères encore inédit.

La forme est assez globuleuse, l'ornementation consiste essentiellement en une costulation fine comprenant 16-18 côtes partant de l'ombilic en s'infléchissant légèrement vers l'avant en donnant naissance, vers le milieu des flancs, à une quarantaine de côtes environ, toutes égales, et traversant la région ventrale sans fléchir sensiblement. Notons l'absence complète de tubercules.

L'analogie de la cloison de cette forme nouvelle, que je dédie à M. Pierre Sénesse, avec celle du *Scaphites* sp. venant du même gisement, figurée par A. de Grossouvre (**17**, p. 238, fig. 87) autorise à penser qu'il s'agit très probablement de la même espèce.

Rapports et différences. — La forme du Santonien supérieur de Tunisie décrite et figurée par Pervinquière sous le nom de *Sc.* cf. *Meslei* me paraît correspondre très exactement à l'espèce de Sougraigne. Par contre, elle ne semble présenter que peu d'affinités avec le *Sc. Meslei*, du Coniacien, tel que l'a décrit et figuré A. de Grossouvre.

Répartition géographique. — Cette espèce nouvelle serait ainsi caractéristique du Santonien supérieur de Tunisie et des Corbières (Sougraigne).

Gisement. — Base du Santonien supérieur, région de Sougraigne-La Jouane.

Scaphites aff. *aquisgranensis* Schlüter.

Synonymie *in* L. Riedel : **27**, p. 703.

Une demi-douzaine de petits *Scaphites* ferrugineux présentent les traits caractéristiques de cette espèce des couches à *Actinocamax quadratus* : en particulier, ils rappellent les exemplaires du Campanien inférieur figurés par A. de Gross. (**17**, pl. XXXI, fig. 3, 4 et 6). Néanmoins l'état fragmentaire de nos spécimens corbiériens ainsi que le niveau, moins élevé (base du Santonien supérieur), où ils ont été recueillis par M. Sénesse, m'empêchent d'effectuer l'assimilation spécifique.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Cette espèce n'a été signalée jusqu'ici qu'en Europe (France, Allemagne).

Gisement. — Argiles bleues de La Jouane et Rivière de Sougraigne : base du Santonien supérieur.

Pseudotissotia (*Leoniceras*) *Pavillieri* PERV.

Pl. III, fig. 13, et p. 42, fig. 6 a-c.

1907. *Pseudotissotia* (*Choffaticeras*) *Pavillieri* PERV. : **25**, p. 353, pl. XXXIII, f. 4, 5 et 6.
1931. *Pseudotissotia Pavillieri* PERV. *in* É. BASSE : **1**, p. 40, pl. IX, f. 23 et pl. XIII, f. 2.

Trois spécimens adultes, dont le test, qui n'est pas conservé, était probablement lisse (diam. compris entre 115 mm. et 130 mm.).

Les 3 carènes sont continues ; la médiane est tranchante, les latérales, moins prononcées, disparaissent vers la fin du dernier tour. Ombilic très petit. Les cloisons sont assez bien conservées, notamment sur l'échantillon figuré (diam. : 130 mm.). Les éléments suturaux, fig. 6 a-c, p. 42, très nombreux (6 selles jusqu'au bord de l'ombilic), décroissent lentement et régulièrement. Bien que nombreuses, les découpures qu'ils présentent tous sont de type *Pseudotissotia* et leur tracé, celui des premiers éléments surtout, évoque nettement celles des *Barroisiceras*.

Je ne serais guère étonnée si, à la faveur de récoltes abondantes dans divers gisements assez distants, on démontrait que le groupe des *Barroisiceras* (genre du Coniacien) tire son origine de l'espèce turonienne *Leoniceras Pavillieri* PERV. ou d'une espèce affine. Considérons par exemple l'espèce la mieux représentée du g. *Barroisiceras* : *B. haberfellneri* v. HAUER. Les récoltes abondantes et en parfait état que j'ai effectuées en 1930 dans le Coniacien du SW de Madagascar m'ont permis de constater dans cette espèce un polymorphisme remarquable, déjà mentionné d'ailleurs en partie pour les spécimens français par A. de Grossouvre (**17**, p. 50). L'étude en sera publiée prochainement. La forme la plus plate et la moins ornée n'est pas très différente de *L. Pavillieri*. Quant aux cloisons, le nombre des éléments suturaux est évidemment plus réduit, d'une manière générale, dans le genre *Barroisiceras* (3 ou 4 selles au plus) ; mais déjà dans *L. Pavillieri*, ce nombre, qui s'accroît avec l'âge (**25**, p. 353), présente une certaine variabilité individuelle ; les découpures sont plus amples, il est vrai, mais du même type. Je reviendrai

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

sur cette question ultérieurement. Assez rare, cette espèce n'a été signalée jusqu'ici que dans le Turonien inférieur de Tunisie et de Madagascar, et avec quelque doute par M. Lombard (1930) au Congo.

Gisement. — Entre Padern et Duilhac, sur la crête de la colline encadrée par le ruisseau de La Tartière et par celui du Barthas et à l'intersection de cette crête avec la ligne Bergeries du S de Murs - Point 486. Marnes jaunâtres et calcaires durs noduleux du Ligérien à *Inoceramus labiatus* s'appuyant à l'E sur un calcaire gris à *Ex. columba*.

Hoplitoides sp. juv. cf. ***ingens*** v. Koenen emend Solger.

1914. *Hoplitoides ingens* v. Koenen *in* O. Eck : **13**, p. 194, pl. XIII, f. 2 et f. 3-5 dans le texte.

1932. *Hoplitoides ingens* v. K. em. Solger *in* L. Riedel : **28**, p. 128, pl. XXIV, f. 1, pl. XXVIII, f. 1 et Pl. XXIX f. 1 (Synonymie).

Un exemplaire, diam. : 12 mm.

Hoplitoides bicaréné, avec méplat ventral; forme relativement mince, à flancs lisses et à peu près plans.

Le nombre des éléments cloisonnaires est faible (3 selles et 3 lobes latéraux) ; la 1re selle et le 1er lobe s'étendent jusqu'à la moitié des flancs ; le 1er lobe latéral présente 3 sellettes inégales, la médiane étant la plus développée, l'externe un peu moins et l'interne très petite. La 2e selle, large et sans découpures nettes, est déjetée vers la région ombilicale. L'état juvénile de cet exemplaire n'en permet pas la détermination spécifique.

Rappelons que l'espèce *ingens* à laquelle la détermination fait allusion, était répandue au Turonien et au Coniacien inférieur dans les régions méditerranéennes et jusqu'au Cameroun, où fut distingué le type de l'espèce.

Gisement. — Ligérien de la combe au N du Linas.

Gastropodes et Lamellibranches.

Actaeonella laevis d'Orb.

1842-43. *Actaeonella laevis* d'Orb. : **22**, p. 165, pl. III.

Déjà signalée à Soulatge dans la 3e zone de Rudistes, avec *Act. crassa* d'Orb., elle voisine avec d'autres formes affines dans le Cénomanien et le Turonien du Portugal.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Act. crassa se trouve en outre dans le Tibet central (12, pl. III, fig. 6-8) et une forme bien voisine vient d'être mentionnée sous le nom d'*Act.* ? sp. au Cameroun (28, p. 120, pl. XVI, fig. 2).

Gisement. — Coniacien moyen à *Tissotia* de Soulatge.

Nerinea monilifera d'Orb.

1842-43. *Nerinea monolifera* d'Orb. : **22**, p. 95, pl. 163, f. 4-6.
1896. *N.* (*Diozoptyxis*) *monilifera* d'Orb. *in* Cossmann : **7**, p. 31, pl. II, f. 5.

M. Cossmann (7, p. 31 et 32) a créé dans le genre *Nerinea* le s.-g. *Diozoptyxis* dont le type est : *Ner. monilifera* d'Orb. du Cénomanien du Mans (7, pl. II, fig. 5).

Je ne discuterai pas la diagnose qu'il en donne, l'excellente coupe dont je disposais ne m'ayant pas permis d'en vérifier l'exactitude. Je remarquerai seulement que l'auteur considère *N. pailleteana* d'Orb. du Turonien (7, p. 32, ligne 3) comme « une espèce typique » de ce sous-genre. Or, ne pouvant admettre que l'on range dans le même s.-g. deux espèces qui ont une ornementation peu comparable et une section vraiment différente, sans mentionner les autres caractères, je laisse provisoirement ici dans le genre *Nerinea* Defrance 1825 les 2 espèces en question.

Gisement. — Cénomanien du Col du Kid, au S de Soulatge. Espèce déjà signalée par d'Orbigny à Soulatge et à Cognac avec *Caprina adversa*.

Rostrocerithium plicatum Sow.

Pl. III, fig. 14.

Synonymie *in* Cossmann (**6**, p. 547, pl. IV, f. 7) et (**8**, p. 59, pl. VII, f. 11-13).

Espèce. — Cossmann met en synonymie *Chemnitzia pailleteana* d'Orb. et les *Rostellaria* : *plicata* Sow. et *depressa* Zekeli. Je partage entièrement son avis, après avoir étudié soigneusement la question et d'après les observations faites sur les échantillons de *pailleteanus* de la collection d'Orbigny (n° 7227) et l'examen des matériaux recueillis par M. Sénesse dans le Coniacien de Bugarach et de Soulatge.

La variabilité de cette espèce est incontestable. Ainsi, dans les échantillons de Bugarach, les variations portent principalement sur : la hauteur des tours, fait relativement rare chez les Gastro-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

podes, l'angle d'ouverture du cône d'enroulement, le nombre 20-30 des plis d'accroissement, la présence ou l'absence d'une rangée de crénelures.

Le canal est légèrement brisé sur la plupart des échantillons (notamment sur les *Chemnitzia pailleteana* de la Collection d'Orbigny), ce qui a conduit cet auteur à une détermination générique erronée. Son extrémité n'a jamais pu être observée ; sur le meilleur de nos échantillons, le canal, auquel il semble cependant manquer encore 1 cm. environ, est nettement plus long que sur le plésiotype mutilé (6, pl. IV, fig. 7).

Genre. — En 1906, Cossmann, reprenant l'espèce *plicatum* (8, p. 59) rangée provisoirement par lui en 1902 dans le genre *Rostellaria*, constatant qu'elle ne présente ni le labre ni le rostre de ce Gastropode ailé, en fait le type du genre *Rostrocerithium*, qu'il classe parmi les Cérithiacés à cause de l'inflexion sinueuse des stries d'accroissement.

L'état de conservation défectueux du péristome de nos échantillons ne me permettant pas de préciser les affinités génériques de cette espèce, je dois accepter la solution proposée par Cossmann.

Cette espèce se trouve dans le Turonien d'Allemagne et du Tyrol (couches de Gosau) ainsi que dans l'Angoumien et dans le Coniacien des Corbières.

Gisement. — Espèce recueillie par M. Sénesse dans l'Angoumien (Coumo Bouïret) et dans tout le Coniacien moyen des Corbières, notamment dans la zone à *Tissotia* de Soulatge et dans celle à *Mortoniceras Bontanti* de Bugarach.

Pycnodonta vesicularis Lam.

Synonymie *in* Perv. (**26**), p. 195.

Pervinquière a nettement montré la variabilité de cette espèce, campano-maëstrichtienne au sens strict, avec laquelle il met en synonymie *P. proboscidea* (Coniacien-Santonien). Je la considère, en outre, comme synonyme de *vesiculosa* (Cénomanien-Turonien).

Gisement. — Leymerie a depuis longtemps signalé dans le Sénonien supérieur cette forme petite et sans prolongement ailé si répandue dans les Corbières : Coniacien moyen de Soulatge et de Bugarach (zone à Ammonites), Ligérien à *Periaster Verneuili* entre Padern et Les Devois.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

III. CONCLUSIONS

L'ensemble des déterminations paléontologiques a suggéré à M. Sénesse, qui a exploré avec tant de soin et de persévérance les Corbières méridionales, les remarques suivantes, d'ordre stratigraphique, qui complètent celles de son mémoire, en ce qui concerne notamment la région de Cugurou.

Le complexe de marnes, calcaires marneux et calcaires plus ou moins gréseux et presque toujours noirâtres, qui affleure largement aux alentours de la ferme de Cugurou vers le Bézu, malgré l'abondance des Mollusques (*Gr. aquila*, *Al. carinata*) n'a fourni à M. Sénesse aucun fossile de valeur stratigraphique indiscutable, aussi le rapporte-t-il dans son ensemble à l'Aptien et à l'Albien, sans y établir de coupure.

La fréquence d'espèces aptiennes au NW de la Jacotte : *Cidaris pyrenaica*, *Cid. Lardyi*, *Goniopygus Loryi*, *Isocrinus askerensis* var. *inornata*, *Isoc. arduennensis*, ainsi que la présence de fossiles du même âge : Oursins, Crinoïdes, Polypiers composés, à l'Est de cette localité, semblent indiquer qu'une partie des marnes, dont certaines sont albiennes, doive être attribuée à l'Aptien.

M. Sénesse ne pense pas que la dispersion d'*Al. carinata* soit une indication suffisante pour permettre l'attribution de ce complexe, même partiellement, au Cénomanien ; il lui semblerait plutôt qu'il faille admettre pour ce fossile une distribution verticale plus étendue qu'on ne l'avait signalée jusqu'ici, car il l'a trouvé un peu partout et notamment en place et en nombre au fond de la vallée anticlinale, dans les couches inférieures des marnes noires, à plus de 200 m. de profondeur.

Du point de vue paléontologique, l'étude des Invertébrés du Crétacé supérieur des Corbières a déjà été l'objet de diverses publications, en sorte que les citations d'un certain nombre d'espèces ne font que confirmer des faits déjà signalés.

Néanmoins, les récoltes de M. Sénesse m'ont permis de préciser certains caractères spécifiques encore inédits concernant des espèces cependant anciennes, de critiquer la synonymie de quelques-unes d'entre elles, enfin de justifier l'attribution d'une place à part dans la famille des Lytocératidés à l'espèce *Sicardi* DE GROSS., en raison des caractères importants et très nouveaux que j'ai pu observer sur ce matériel de choix.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

OUVRAGES CITÉS

1. É. Basse. Monographie paléontologique du Crétacé de la Province de Maintirano, Madagascar. *Service des Mines*, Tananarive, 1931, 87 p., 31 pl.
2. Bayan. Études faites dans la collection de l'École des Mines sur des fossiles nouveaux ou mal connus (1er et 2e fasc.), F. Savy, Paris. 1er fasc. : 1870, 81 p., 10 pl.; 2e fasc. : 1873, 84 p., 10 pl.
3. W. Biese et H. Sieverts-Doreck. Crinoidea cretacea *in Fossilium catalogus*. I : Animalia. Pars 77, 1937, 254 p.
4. H. Coquand. Synopsis des animaux et végétaux fossiles observés dans la formation crétacée du Sud-Ouest de la France. *B. S. G. F.* (2), vol. XVI, 1858-59, p. 945-1023.
5. H. Coquand. Description physique, géologique, paléontologique et minéralogique du département de la Charente. Besançon. T. I : 1858, 542 p., fig., 1 carte ; t. II : 1860, 420 p.
6. M. Cossmann. Observations sur quelques coquilles crétaciques recueillies en France. 5e article. *A. F. A. S.*, 31e session, Montauban, 1902, p. 539-557, pl. III-IV.
7. M. Cossmann. Essais de Paléoconchologie comparée. 2e livr., 1896, 179 p., 8 pl.
8. M. Cossmann. *Idem*. 7e livr., 1906, 262 p., 14 pl.
9. Courtillier. Description de trois nouvelles espèces d'Ammonites du terrain crétacé des environs de Saumur. *Mém. Soc. Agr. Sc. Arts*, Angers (3), vol. III, 1860, p. 246, 1 pl.
10. A. Desio. La creta nel bacino di Firenze. *Palaeontografia Ital.*, XXVI, 1920, p. 189-243.
11. C. Diener. Ammonoidea neocretacea *in Fossilium catalogus*. I : Animalia. Pars 29, 1925, 244 p.
12. H. Douvillé. Le Crétacé et l'Éocène du Thibet central. *Pal. Indica*. New series. Vol. V, Mém. 3, 1916, 52 p., 16 pl.
13. O. Eck. Die Cephalopoden der Schweinfurth'schen Sammlung aus der oberen Kreide Ägyptens. *Zeitschrift Deutsch. Geol. Ges.*, LXVI, 1914, p. 179-217.
14. E. Forbes. Report on the fossil Invertebrata from Southern India collected by Mr Kaye and Mr Cunliffe. *Trans. Geol. Soc.* (2), vol. II, 1845, p. 97-174, pl. VII-XIX.
15. B. Geinitz. Das Elbthalgebirge in Sachsen. *Palaeontographica*, Bd. XX, Theil I : Der untere Quader, 1871-1875, 320 p., 67 pl. Theil II : Der mittlere und obere Quader, 1872-1875, 246 p., 46 pl.
16. A. de Grossouvre. Recherches sur la Craie supérieure. Ire partie : Stratigraphie générale. 1901, *Mémoires... carte géologique. France*, 559 p.
17. A. de Grossouvre. *Idem*. 2e partie : Paléontologie. Les Ammonites de la Craie supérieure (1893), 1894, 264 p. 39 pl.
18. A. de Grossouvre. Contribution à la géologie des Corbières. *B. S. G. F.* (4), vol. I, 1901, p. 430-431.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

19. F. Kossmat. Untersuchungen über die Südindische Kreideformation. *Beitr. z. Pal. und Geol. OEst.-Ung.*, vol. IX et XI, 1895 et 1898, 217 p., 25 pl.
20. J. Lambert et Dom A. Valette. Études sur quelques Échinodermes crétacés de Bugarach (Aude). *B. S. G. F.* (5), vol. IV, 1934, p. 43-60, pl. IV.
21. A. d'Orbigny. Paléontologie française. Terrains crétacés. Lamellibranches. 1842, 807 p., pl. 237-489.
22. A. d'Orbigny. *Idem.* Gastropodes. 1842-1843, 456 p., pl. 149-236.
23. A. Peron. Note pour servir à l'histoire du terrain de craie dans le SE du Bassin anglo-parisien. *Bull. Soc. Sc. hist. et nat. Yonne* (41), 1887, p. 145-366, 3 pl.
24. A. Peron. Les Ammonites du Crétacé supérieur de l'Algérie. *Mém. S. G. F.*, Pal. n° 17, 1896, 88 p., 18 pl.
25. L. Pervinquière. Études de Paléontologie tunisienne. I : Céphalopodes des terrains secondaires. *Carte géologique de la Tunisie*, 1907, 438 p., 27 pl., 158 fig.
26. L. Pervinquière. *Idem* ; II. Gastropodes et Lamellibranches des terrains crétacés. 1912, 352 p., 23 pl., 17 fig.
27. L. Riedel. Zur Stratigraphie und Faciesbildung im Oberemscher und Untersenon am Südrande des Beckens von Münster. *Jahrb. Preuss. Geol. Landes*, Bd. 51 (1930), 1931, p. 605-713, 7 fig., pl. 73-79.
28. L. Riedel. Beiträge zur geologischen Erforschung des deutschen Schutzgebiete. Heft 16 : Die Oberkreide von Mungofluss in Kamerun und ihre Fauna. *Preuss. Geol. Landes*, 1932, 154 p., 47 fig., 33 pl.
29. P. Sénesse. Contribution à l'étude du Crétacé supérieur des Corbières méridionales. Toulouse, 1937, 182 p., 14 pl., 9 fig.
30. F. Stoliczka et H. F. Blanford. The fossil Cephalopoda of the Cretaceous Rocks of Southern India (*Pal. Indica*). Calcutta, 1861-1865, 216 p., 94 pl.
31. V. van Straelen. La faune carcinologique des Corbières méridionales. *C. R. somm. S. G. F.* (9), 1938, p. 151-153.
32. A. Valette. Note sur les Crinoïdes de la Craie blanche. *Bull. Soc. Sc. hist. et nat. Yonne*, 2e sem. 1916 (1917), 178 p., 31 fig.
33. H. Yabe. Cretaceous cephalopoda from the Hokkaido. *Journ. Coll. Sc. Univ. Tokyo*, Part I : vol. XVIII, 1903, 55 p., 7 pl. Part II : vol. XX, 1904, 45 p., 6 pl.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

EXPLICATION DE LA PLANCHE III

1 et 2. *Phylloceras Rousseli* DE GROSS. G. n.
Argiles bleues de la base du Santonien supérieur de La Jouane.
3 à 7. *Lytoceras* (*Jouaniceras*) *Sicardi* DE GROSS.
3, 4 et 7 : G. n. — 5 et 6 : Premiers tours, g. n. × 2.
Même gisement.
8. *Lytoceras* (*Tetrag.*) *Rouvillei* DE GROSS. G. n.
Santonien supérieur de La Jouane, sur le chemin de La Pourteille.
9. *Hauericeras Welschi* DE GROSS. G. n. × 2.
Échantillon montrant les cloisons, encore inédites.
Même gisement que 1 et 2.
10. *Parapuzosia gaudama* FORBES. G. n.
Santonien supérieur de La Jouane.
11 et 12. *Scaphites Senessei* n. sp. G. n. × 1,5.
Base du Santonien supérieur de La Jouane.
13. *Pseudotissotia* (*Leoniceras*) *Pavillieri* PERV. G. n. × 0,5.
Ligérien entre Padern et Duilhac.
14. *Rostrocerithium plicatum* SOW. G. n. × 0,5.
Coniacien moyen de Bugarach.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Observations sur la faune de Pectinidés de Malte

par **F. Roman** et **J. Roger** [1].

Planches IV et V.

On sait que l'archipel de Malte est constitué par des assises sensiblement horizontales ou faiblement inclinées, appartenant au Miocène et à l'Oligocène supérieur. Elles forment un plateau habituellement limité par de hautes falaises et découpé par de nombreuses failles.

La stratigraphie en a été étudiée depuis longtemps et a donné lieu à de nombreux travaux dus à Spratt, Murray, Fuchs, de Gregorio, de Stefani, Cooke, Cottreau, etc. [2], dans lesquels la succession des assises et leur faune ont été décrites en détail. Il reste encore quelque imprécision sur l'âge à attribuer aux assises de la base de la série et aux formations moyennes.

Bien que le faciès du Néogène de Malte corresponde à une zone méditerranéenne profonde et qu'il soit difficile de le relier aux formations littorales de France ou d'Italie, il m'a paru intéressant de rechercher les formes communes avec ces régions. M. Cottreau l'a fait pour les Échinides, nous nous sommes attachés à étudier la répartition des Pectinidés qui sont un des guides les plus sûrs pour la stratigraphie du Miocène.

Nous rappellerons la succession telle qu'elle est admise actuellement par les géologues locaux, empruntant la nomenclature des assises à un rapport de M. Rizzo, paru en 1932 [3]. Ce travail m'a été communiqué par M. Baldacchino, conservateur des collections géologiques du Musée de La Valette, à qui je suis heureux de témoigner toute ma gratitude pour l'excellent accueil qu'il m'a réservé pendant mon voyage à Malte.

La nomenclature de M. Rizzo a été un peu simplifiée et complétée par des détails empruntés à un mémoire de M. Macfay-

1. Note présentée à la séance du 6 février 1939.

2. On trouvera une bibliographie étendue dans J. Murray. The Maltese Islands, with special reference to their geological structure (*The Scottish Geogr. Mag.*, t. VI, n° 9, 1890, p. 459-488) et dans J. Cottreau. Les Échinides néogènes du bassin méditerranéen (*Ann. Inst. Océanographique*, t. VI, fasc. 3, Paris 1913).

3. C. Rizzo. Report on the geology of the Maltese Island, 1932.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

den [1], plus spécialement consacré aux Foraminifères d'Égypte et où il rappelle la constitution de Malte.

Calcaires coralliens supérieurs (Upper coralline limestone).		Calcaires grossiers à *Lithothamnium*, parfois gréseux, blancs, brunâtres ou rougeâtres à la base. — Nombreux Foraminifères avec prédominance des *Miliolina*.
Grès verts (Green Sand).		Ensemble de sables glauconieux, plus ou moins concrétionnés en grès verts ou jaunes. — Nombreux Pectinidés, *Hesterostegina* très abondantes.
Argiles bleues (Blue clays).		Argiles bleues compactes, avec gypse en cristaux disséminés. *Aturia*, *Carcharodon* et nombreux Foraminifères.
Calcaires à Globigérines. (Globigerina Limestone).	supérieurs.	Lits marno-calcaires brunâtres, parfois avec hématite et pyrite ; par places, nodules phosphatés bruns. Assise semblable, mais sans pyrite ni hématite.
	moyens.	Horizon de nodules phosphatés petits et arrondis. Couches plus claires, sans nodules phosphatés dans lesquels s'intercalent un lit à nodules alignés.
	inférieurs.	Lit de nodules phosphatés foncés et irréguliers beaucoup plus gros que dans les bancs supérieurs, *Aturia*, nombreuses *Globigerina*, Polypiers, Pectinidés. Marnocalcaire jaune clair, compact et homogène (Pierre de construction dite « *Franca* ».)
Calcaires à Nullipores inférieurs (Lower coralline Limestone).		Partie supérieure des calcaires coralliens. Banc de transition avec lumachelle de *Scutella melitensis*. Calcaires compacts cristallins blancs. Calcaires orbiculaires ou à grain grossier. Calcaires compacts blancs. Dans cette série ont été signalés des *Alveolina*, des *Nummulites*, *Lepidocyclina Mantelli*.

La série inférieure (Lower coralline Limestone) formée de calcaires compacts n'a guère fourni de Mollusques déterminables, à part quelques moules internes de Gastropodes de grande taille (*Conus* ou *Strombus*) dont j'ai recueilli quelques fragments sur la côte ouest de Malte au voisinage des temples néolithiques ; ils sont tout à fait indéterminables.

Fuchs a signalé dans ces couches [2] une série d'espèces parmi lesquelles je signalerai seulement *Venus Aglaurae* May., *Pecten Haueri* Michel., *P. deletus* Michel., *P. arcuatus* Brocch. Parmi

1. W. A. Macfayden. Miocene Foraminifera from the clysmic area of Egypt and Sinaï, with an Account of the Stratigraphy and a correlation of the local Miocene succession (*Survey of Egypt., Geological Survey, Government Press*, Cairo, 1930).

2. Fuchs. Das Alter der Tertiärsch. v. Malta (*Sitz. Akad. Wiss. Wien*, t. 70, 1874).

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

ces formes *Venus Aglaurae* est une espèce nettement oligocène. Il en est de même de *P. arcuatus*. J'ai prié Mlle Adametz de bien vouloir rechercher dans les collections de Vienne cette dernière forme, mais ses investigations ont été vaines. Je crois pourtant la détermination de Fuchs certaine, cette espèce ne pouvant se confondre qu'avec le *P. Fuchsi* de la base de l'Helvétien.

Une Nummulite de petite taille non déterminée a aussi été signalée, mais je ne possède aucun document pouvant affirmer ou infirmer cette découverte ; De Stefani [1] en nie l'existence.

Au sommet de cette série, dans le banc dit « de transition » s'observe à Raz il Kaura (Kaura Point) sur la côte NE de Malte, non loin de Saint-Paul, une lumachelle à *Scutella melitensis* Airaghi, voisine suivant M. Cottreau de *Sc. Michaleti* Lambert de l'Aquitanien de Carry (Bouches-du-Rhône) et assimilée par lui à *Scut. subrotunda* Leske.

C'est au même niveau qu'il convient de rapporter une lumachelle à grandes *Eulepidina elephantina*, observée dans les calcaires de la côte de Sghaira (NE de Vittorosia), immédiatement sous le village. Ces Foraminifères sont accompagnés de nombreuses sections de Scutelles et de quelques Gastropodes (*Turritella* sp.).

Immédiatement au-dessus se développent des marnocalcaires jaunâtres crayeux formant la base des assises désignées à Malte sous le nom de calcaires à Globigérines. J'ai suivi la partie inférieure de cette assise, bien développée entre Sghaira et Marsa Scala ; *Flabellipecten Pasinii* Menegh. est surtout fréquent vers la base de la formation, accompagné de quelques Échinides. C'est dans la même position qu'on retrouve cette espèce en différents points de la côte occidentale de Malte, particulièrement à Bahar it-Chiak associée à *Chl. Cookei* de Gregorio et à divers Échinides.

Fl. Pasinii est aussi fréquent sur la côte S de Gozo (côté E de la baie de Mggiar) dans les assises inférieures à un banc à gros nodules phosphatés irréguliers et moules internes de Polypiers simples. Cette espèce existe aussi depuis la base des calcaires à Globigérines superposés au calcaire à *Lithothamnium* inférieur au Raz Kala (Gozo) jusqu'au niveau à gros nodules phosphatés.

De nombreux *Fl. Pasinii* se rencontrent dans un banc plus sableux intercalé dans des calcaires compacts jaunes d'une car-

1. De Stefani. L'arcipelago di Malto (*Rend. R. Ac. dei Lincei*, t. XXII, fasc. 1, Rome, 1913, p. 1-12).

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

rière abandonnée au SW de Rabat (Gozo). Ces calcaires appartiennent à la partie moyenne des calcaires à Globigérines et reposent sur des calcaires plus compacts de la base, développés entre ce point et Xlendi ; le même banc se retrouve sur le bord de la route entre Xlendi et Rabat.

C'est toujours dans la même position stratigraphique que l'on retrouve cette espèce, bien qu'en moindre abondance, au pied des falaises de la côte W de Malte, au Sud de Dingli et dans la baie de Fomm ir-Rih.

Le niveau qui vient au-dessus est caractérisé par une assise à gros nodules phosphatés, observable dans la baie de Saint-Paul (côte E de Malte) et très nette au niveau de la mer, au-dessous des premières maisons de l'agglomération.

Ces bancs très durs, épais de quelques décimètres, renferment en abondance *Chlamys Northamptoni* MICHEL. et de rares *Fl. Pasinii* MENEGH., difficiles à extraire.

Une succession bien complète des calcaires à Globigérines se voit sur la côte W de Malte à la baie de Fomm ir-Rih, déjà bien souvent mentionnée par les géologues ; je la reproduis ici :

Le sommet du plateau, en venant de Rabat, est constitué par des calcaires à *Lithothamnium* (horizon supérieur) à surface souvent karstique. Ces calcaires atteignent à peu près le bord de la falaise. Au-dessous on observe :

a) Calcaires crayeux jaunâtres (calc. à Globigérines supérieurs) ; les sections verticales des bancs se décomposent en surfaces vermiculées ou en nids d'abeilles ; ils sont peu fossilifères.

b) Calcaire jaunâtre mollassique plus tendre avec rares *Amussium cristatum*.

c) Banc à nodules phosphatés de petite taille. Cette assise forme la limite entre les calcaires à Globigérines supérieurs et moyens.

d) Marnes blanches assez épaisses, sans fossiles.

e) Banc de mollasse calcaire avec gros nodules phosphatés moins irréguliers, formant un conglomérat en saillie renfermant de nombreux moules internes de Polypiers simples.

f) Banc de 1 m. environ de mollasse calcaire blanc jaunâtre, formant une excavation sous la corniche du banc à nodules, renfermant en abondance *Chlamys praescabriuscula* FONT. Ces fossiles sont tout à fait caractéristiques et identiques à ceux de la vallée du Rhône ; quelques-uns ont les deux valves adhérentes. Ils sont accompagnés de très nombreux Bryozoaires.

g) Au-dessous, les calcaires deviennent plus durs et se pro-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

longent par une falaise d'une dizaine de mètres tombant à pic dans la mer.

Sur le côté nord de la baie une faille oblique met en contact les calcaires supérieurs à Globigérines avec les calcaires à *Lithothamnium* supérieurs ; les marnes grises inférieures à ces derniers sont ainsi ramenées au bord de la mer.

Ces argiles qui renferment çà et là quelques cristaux de gypse sont mal représentées sur le côté sud de la faille. C'est le niveau de Fomm ir-Rih signalé par Fuchs dans son premier travail sous le nom de « Badener Tegel ». Dans son mémoire de 1876[1], tout en reconnaissant que ces assises sont pauvres en fossiles, il signale pourtant un certain nombre de Gastropodes et Céphalopodes, entre autres : *Pecten denudatus* Reuss, *P. cristatus* Bronn, *P. Koheni* Fuchs, *Pleuroma cataphracta* Br., *Pl.* cf. *ramosa* Bast., *Chenopus pes pelecani* Phil., *Natica helicina* Brocch. Fuchs revenant sur sa première opinion assimile dans cette deuxième note ces argiles au Schlier du bassin de Vienne, c'est-à-dire au Vindobonien inférieur. Cette opinion a été admise depuis.

h) Grès friables, jaunâtres ou verdâtres, avec très nombreux grains de Glauconie, habituellement très fossilifères.

Ce niveau est très constant ; on l'observe tout le long de la côte ouest de Malte à Fomm ir-Rih, à Ghain Tuffeia Bay au SW de Dingli, etc. Les grès sont aussi développés au-dessous des calcaires à *Lithothamnium* supérieurs dans toute la région à l'W de Rabat, particulièrement au pied des collines de Binjemma.

Dans cette dernière région, ces grès sableux forment un niveau aquifère recherché par de nombreux forages. Dans les déblais des puits les plus récents, il m'a été possible de recueillir de nombreux Pectinidés parmi lesquels prédominent : *Flabellipecten Larteti* Tourn. (c.), *Chlamys scabrella* Lmk. (c.), *Chl. multistriata* Poli et des fragments de grandes formes qui pourraient se rapporter à *Chl.* cf. *solarium* Lmk. Ces assises appartiennent nettement au Vindobonien inférieur (Helvétien).

Immédiatement sur les grès, on observe sur le flanc de la colline de Binjemma une petite assise marneuse où abonde *Terebratula* associée à *Fl. Larteti*. C'est à ce niveau qu'a été rencontrée *Chlamys fasciculata* Millet, espèce caractéristique de l'Helvétien de Touraine. Un exemplaire complet figuré ci-après appartient au Musée de La Valette, mais sans indication de localité précise.

1. Th. Fuchs. Über den sogenannten « Badener Tegel » auf Malta (*Sitz. Math. Naturw. Cl. K. Acad. Wissensch.*, t. LXXIII, I abth., Wien 1876, p. 67-74, 1 pl.).

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

CONCLUSIONS

I. **Aquitanien.** — Des diverses observations qui précèdent et des quelques courses, malheureusement trop hâtives, que j'ai faites sur le terrain, il résulte que l'on ne peut préciser d'une façon certaine l'âge des calcaires inférieurs à *Lithothamnium* qui ne renferment guère que des Foraminifères et algues calcaires. Mais comme les géologues qui m'ont précédé, je pense qu'il n'y a aucun doute sur leur attachement à l'Oligocène.

La partie inférieure de l'assise appartient-elle encore au Stampien ou déjà à l'Aquitanien? C'est cette dernière hypothèse qui paraît la plus plausible.

Le seul argument en faveur du Stampien serait la présence d'une Nummulite dans le Lower Coralline Limestone, mentionnée par tous les auteurs : Murray, dans la coupe figurée pl. I, fig. 2, sous la lettre l, a dessiné une section oblique d'un petit Foraminifère qu'il attribue à une Nummulite ; un simple examen de la figure suffit pour écarter cette détermination ; c'est sans doute cette citation erronée qui a été reproduite par Fuchs. De Stefani[1] pense à juste titre qu'il s'agit d'une *Amphistegina* ; mais Macfayden fait encore figurer dans sa liste de Foraminifères de Malte[2], en 1913, une Nummulite, avec un point de doute, il est vrai.

Dans toutes les coupes minces du calcaire à *Lithothamnium* inférieur, que j'ai fait exécuter, je n'ai rien constaté qui, même de loin, puisse être attribué à ce groupe.

Il ne m'a pas été possible, non plus, de vérifier la citation du *Pecten arcuatus* Brocch. faite par Fuchs, cependant je pense qu'elle doit être acceptée comme valable.

Pecten arcuatus est une forme du Tongrien piémontais qui peut monter dans l'Aquitanien, mais n'atteint jamais le Burdigalien, c'est donc une forme nettement oligocène.

Le faciès lithologique change immédiatement au-dessus des récifs à Nullipores et l'on passe à des marnocalcaires crayeux qui, par le haut se relient intimément aux calcaires à Globigérines. Cette série débute par un banc à lumachelle d'*Eulepidina dilatata* Mich., bien développé sur la côte sud-ouest de Malte à Sghaira.

1. L'Archipelago di Malta (*Rendicont. Reale Acad. Lincei*, t. XXVII, Rome, 1913, p. 6, note 1).
2. *Loc. cit.*, p. 18.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Ces Foraminifères sont accompagnés de quelques Scutelles dont on ne voit que la section : il est probable qu'elles se rapportent à *Scutella melitensis* AIRAGHI. Cette dernière espèce est particulièrement abondante au NE de la baie de Salina (côte nord-est) où elle forme une lumachelle au Raz il Kaura. La position de cette lumachelle est la même que celle qui renferme les Lepidocyclines ; elle est désignée par les géologues locaux sous le nom de « banc limite ».

Il faut noter, en outre, qu'à Sghaira *Flabellipecten Pasinii* MENEGH. accompagne les Lepidocyclines. Cette forme qui est surtout abondante à la base des calcaires à Globigérines inférieurs paraît être plutôt un fossile de faciès, généralement associé avec les *Amussium*, qu'une espèce caractérisant un niveau bien déterminé, toutefois à Malte, il ne dépasse pas le Burdigalien [1].

Au point de vue de la faune échinologique, M. Cottreau associe dans une même subdivision les calcaires coralliens inférieurs et les calcaires à Globigérines sous le terme de Néogène inférieur en y comprenant l'Aquitanien et le Burdigalien.

Il note à la partie supérieure du Lower Coralline Limestone l'abondance de *Scutella melitensis* AIR., où cet oursin est associé aux grandes Lepidocyclines.

II. **Burdigalien.** — La limite inférieure de cet étage est bien difficile à préciser : les marnocalcaires jaunâtres un peu plus durs qui apparaissent immédiatement au-dessus des assises précédentes ne renferment pas de Lepidocyclines, mais contiennent encore *Scutella melitensis*. Ils sont désignés dans la région sous le nom de « Franca ». Des intercalations marneuses ont été signalées à ce niveau par de Stefani.

Un horizon caractérisé par un conglomérat de nodules phosphatés irréguliers et assez gros, se développe ensuite ; on le voit au niveau de la mer dans la baie de Saint-Paul, à la hauteur des premières maisons de la localité. Les Pectinidés y sont abondants, mais difficiles à extraire. Sur ce point j'ai recueilli *Chlamys Northamptoni* MICH. (c), *Flabellipecten Pasinii* MENEGH., *Amussium de Stefanii* UGOLINI.

La présence de *Chl. Northamptoni* de signification nettement burdigalienne nous engage à faire débuter le Burdigalien à ce niveau.

J'ai indiqué plus haut l'existence d'un banc à *Chlamys prae-*

1. L'imprécision des données stratigraphiques sur le Miocène de Sardaigne d'où provient le type ne permet pas d'être plus affirmatif.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

scabriuscula FONT. dans la falaise de Fomm ir-Rih au voisinage d'un banc phosphaté analogue à celui de Saint-Paul. Bien que cette espèce soit cantonnée dans le Burdigalien supérieur dans la vallée du Rhône, je pense que l'on peut admettre sa présence à un niveau un peu inférieur à Malte. On verra plus loin, dans la partie paléontologique quelques réflexions au sujet de la position stratigraphique de *Chl. praescabriuscula*.

La série continue par des marnocalcaires jaunâtres constituant les calcaires à Globigérines moyens et supérieurs qui, dans l'archipel occupent de vastes surfaces. Ils sont malheureusement peu fossilifères : c'est du calcaire à Globigérines supérieur que proviennent les beaux spécimens de *Chlamys latissima* var. *restitutensis* FONT., conservés au Musée de la Valette, et *Pecten vigolenensis* SIMONELLI, malheureusement sans indication de localité précise.

La faune échinologique du calcaire à Globigérines est très riche. M. Cottreau signale trente espèces dont quelques-unes spéciales à Malte. Il est à remarquer que *Scutella melitensis* AIR. si abondant dans les assises inférieures existe encore à ce niveau ; l'ensemble de la faune est caractérisée par l'absence des *Clypeaster* qui abondent dans les grès glauconieux.

Aucun fait nouveau ne me permet de modifier l'attribution au *Schlier* du paquet de marnes bleues superposées aux calcaires à Globigérines supérieurs ; elles pourraient encore être rattachées au Burdigalien supérieur : *Fl. Koheni* FUCHS, *Am. cristatum* BRONN. en seraient les formes caractéristiques.

La faune échinologique du Schlier a été rattachée par M. Cottreau à la base de son Néogène moyen. Cet horizon est considéré comme essentiellement bathyal « formant de véritables dépressions ou même des fosses sous-marines ».

III. **Helvétien.** — L'horizon des sables et grès glauconieux qui succède aux assises précédentes, est le plus riche au point de vue de la faune des Pectinidés. Il se caractérise par l'abondance de *Flabellipecten Larteti* TOURN. et de *Chlamys scabrella* LMK.

La première espèce est très constante à la base de l'Helvétien dans la région atlantique, abondante en Aquitaine et aux environs de Lisbonne, on la retrouve en Sardaigne, puis à Malte, à Chypre et en Syrie, tandis qu'elle n'existe ni dans le bassin rhodanien, ni en Italie. Il y a là un phénomène de migration intéressant [1].

Fl. fraterculus SOW. aussi fréquent à ce niveau, est une espèce

1. Voir le tableau de répartition dressé par M. Roger, p. 77.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

à grande extension stratigraphique et géographique, commune avec la région atlantique.

Il en est de même pour *Chl. scabrella* Lin. qui, dans la vallée du Rhône a une extension plus spécialement pliocène, mais, ailleurs, débute dans l'Helvétien.

Enfin, *Chl. fasciculata* Millet est une forme rare que j'ai rencontrée à Malte dans les assises terminales des grès glauconieux à la limite des calcaires à *Lithothamnium* supérieurs et dont le type provient de Touraine ; elle a été retrouvée en Syrie.

Les grès glauconieux à *Amphistegina* sont caractérisés par une faune échinologique où dominent de grands *Clypeaster* et quelques *Echinolampas* ; les premiers manquant dans les calcaires à Globigérines. M. Cottreau remarque de plus que le faciès de Malte est identique à celui de Calabre ; mais dans cette dernière région la transgression de l'Helvétien se fait directement sur le granite.

Tous ces faits concordent pour établir une intrusion de formes atlantiques dans le bassin méditerranéen, au début du Vindobonien. C'est encore au Vindobonien qu'il faut attribuer les calcaires construits, ou calcaires à *Lithothamnium* supérieurs, terminant la série Miocène de Malte, sans pouvoir préciser davantage, les faunes de Mollusques n'y étant pas connues. Dans tous les cas, cette série marine n'est surmontée par aucun autre terrain à part le Quaternaire ; l'on ne connaît ni Pontique (ou Sahélien), ni Plaisancien dans l'Archipel de Malte.

Pendant le Pliocène, il est possible que ces îles aient été réunies à la côte E de la Sicile sur le bord de laquelle on ne connaît pas d'affleurements du Pliocène inférieur, mais sans doute par un isthme asssez étroit, les affleurements plaisanciens s'étendant sur toute la côte Sud de Sicile et une bonne partie de l'intérieur.

DESCRIPTION SOMMAIRE DES PECTINIDÉS DE MALTE

par J. Roger.

Dans les couches sédimentaires de l'île de Malte les Pectinidés sont de beaucoup, avec les Echinides, les fossiles les plus abondants. Cela leur confère une valeur locale indéniable, au point de vue stratigraphique. Un intérêt plus général s'attache à cette faune du fait de son association à des Échinides étudiés par M. Cottreau et aussi, par suite de sa situation au milieu du domaine méditerranéen.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

I. — Genre *Pecten*.

Il n'est représenté que par deux espèces : *P. revolutus* Michelotti et *P. vigolenensis* Simonelli. Il est vrai que Fuchs[1] a indiqué dans les couches à la base de la série *P. arcuatus* Brocchi. Rien dans le matériel étudié ne se rapporte à cette espèce. Il n'a pas été possible de retrouver les échantillons de Fuchs. Sa détermination est probablement exacte. Surtout répandue dans l'Oligocène de Ligurie (Priabonien), cette espèce pénètre dans le domaine atlantique et s'élève jusque dans l'Aquitanien, sans atteindre le Miocène : une citation de l'Helvétien de la colline de Turin, rapportée par Sacco[2] est très douteuse.

1. *Pecten revolutus* Michelotti.

1902. *P. revolutus* Mich., Depéret et Roman. Monographie des Pectinidés, p. 46, pl. V, fig. 8, 9, 9 a, 10.

Cette espèce est rare à Malte. L'Helvétien de la colline de Binjemma (à l'Ouest de Rabat, Malte) nous a fourni quelques valves de taille relativement grande : 60 mm. de d. a. p. et 55 mm. de d. u. p. Elle a été signalée par Fuchs sous le nom de *P. aduncus* au même niveau. La confusion n'est pas possible, car, le sommet de la valve droite est beaucoup moins gryphoïde chez *P. revolutus*, et à la valve gauche il n'y a pas de costules intercalaires.

Espèce du groupe de *P. benedictus* Lmk., le *P. revolutus* est surtout abondant dans tout le Vindobonien du domaine méditerranéen, où il débute dans le Burdigalien. Il arrive même dans le Miocène supérieur du Bassin de Vienne et de Pologne.

2. *Pecten vigolenensis* Simonelli.

Pl. IV, fig. 4-4 a, 5.

1902. *P. vigolenensis* Sim. Depéret et Roman. Monographie des Pectinidés, p. 54, pl. VII, fig. 5-5 a.

M. Baldacchino a communiqué à l'un de nous, 3 exemplaires bivalves d'un *Pecten*, sans indication précise de localité, provenant du calcaire à Globigérines supérieur (Burdigalien supérieur).

1. *Loc. cit.*
2. 1897. Molluschi d. terr. terz. d. Piemonte e. d. Liguria (24), p. 66.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Le plus grand exemplaire mesure : d. u. p. : 68 mm. ; d. a. p. : 74.

La valve gauche plane, ou à peine convexe vers la mi-hauteur, est pourvue d'une légère dépression vers le sommet. La valve droite bien convexe, a le sommet passablement contourné et dépassant sensiblement le bord cardinal. Les 16 côtes de la valve droite ont, chez le jeune, une section plus carrée et plus saillante que chez l'adulte. Elles sont plus larges que les intervalles, différence plus marquée chez le jeune. Dans les intervalles une costule, peu accentuée, s'indique sporadiquement. Sur le dos des côtes une costulation assez vague se montre vers le bord palléal. L'oreille antérieure est pourvue d'un très faible sinus à la base et marquée de 3 ou 4 incisions divergentes peu profondes.

Entre les bourrelets latéraux, peu larges et peu saillants de la valve gauche, on compte 12 côtes, à section arrondie, moins large que les intervalles. La costulation sur les bourrelets et les côtes est peu accentuée ; par contre, dans chaque intervalle se trouve une costule, plus nette que celle de la valve droite.

Sous les noms de *P. stazzanensis* Mayer-Eymar et de *P. etruscus* Simonelli, cette espèce est indiquée de Vigoleno (Plaisantin), de Sardaigne et de Toscane.

II. — Genre *Flabellipecten*.

Il est mieux représenté que le précédent : 4 espèces, dont certaines abondantes, figurent dans les formations étudiées.

1. *Flabellipecten Larteti* Tournouër.

Pl. V, fig. 1-2.

1910. *Fl. Larteti* Tourn., Depéret et Roman. Monographie des Pectinidés, p. 112, pl. XII, fig. 3-7.

Fl. Larteti n'est pas rare dans les grès friables à glauconie et dans une assise marneuse sus-jacente, de l'Helvétien de la côte occidentale de Malte : Fomm ir-Rih, Ghain Tuffeia Bay, collines de Binjemma.

Cette espèce était réputée particulière au domaine atlantique. Outre une citation du Miocène de Barabo (Sardaigne) par de Guidi[1] ; je l'ai déterminée dans l'Helvétien de Qatma (Syrie). Sa

1. 1929. Pettinidi delle arenarie mioceniche di Barabo presso Porto Torres in Sardegna (*Paleont. Italica*, t. XXIX, p. 86, pl. XVI, fig. 9).

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

découverte à Malte est une confirmation de son extension méditerranéenne.

2. *Flabellipecten fraterculus* Sowerby.

1910. *Fl. fraterculus* Sow., Depéret et Roman. Monographie des Pectinidés, p. 127, pl. XVI, fig. 1-1 a, 2-2 a, 3.

Les formations helvétiennes sableuses de Ghain Tuffeia Bay, de la falaise de la Madalena près de Dingli, fournissent de nombreux exemplaires de cette espèce. Ils sont de taille relativement faible. La convexité de la valve droite est un peu plus faible que chez *Fl. fraterculus* typique. Le sommet est également moins contourné. Cette espèce joint à une répartition stratigraphique étendue (Burdigalien jusqu'au Pliocène inférieur de Syrie, où elle est représentée par une variété) une répartition géographique englobant tout le domaine méditerranéen, le Portugal et l'Aquitaine. Cependant, elle est surtout abondante dans l'Helvétien de la Méditerranée. Il s'agit d'une espèce affectionnant les faciès sableux meubles.

3. *Flabellipecten Koheni* Fuchs.

Pl. V, fig. 5.

1876. *P. Koheni* Fuchs. Ueber sogenannten Badner Tegel auf Malte ; *Sitz. der Kaiser. Ak. d. Wissensch.*, Wien, t. LXXII, p. 69, pl. I, fig. 1-2.

Le type de Fuchs provient des marnes sus-jacentes au calcaire à Globigérines supérieur. L'espèce a été retrouvée à Fomm ir-Rih dans ce même calcaire. J'en donnerai une description détaillée dans un travail sur les Pectinidés [1], actuellement à l'impression. Cette espèce appartient au groupe de *Fl. Pasinii* Meneghini, mais offre par son ornementation une ressemblance curieuse avec certaines espèces du groupe de *Ch. Northamptoni* Michelotti.

Il est fort possible que l'espèce connue sous le nom de *P. melitensis* de Gregorio [2] soit un jeune de *Fl. Koheni*. Dans

1. Le genre *Chlamys* dans les formations néogènes de l'Europe. Conclusions sur la répartition stratigraphique et géographique des Pectinidés du Tertiaire récent (*Mém. Soc. Géol. Fr.*, mém. n° 40, 1939).

2. 1895. Description de quelques fossiles tertiaires de Malte (*Ann. Géol. Pal. de Palerme*, XIX° livr., p. 15, pl. II, fig. 20-21).

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

une liste publiée par Cooke [1] se trouvent indiqués, dans le calcaire à Globigérines supérieur, outre *P. melitensis*, *P. Haueri*. Cette dernière citation se rapporte probablement aussi à *Fl. Koheni*.

En dehors du Burdigalien de Malte, une seule citation me paraît certaine, c'est celle du Miocène de San Michele (Sardaigne) d'après Ugolini[2].

4. *Flabellipecten Pasinii* Meneghini.

Pl. V, fig. 3-4.

1912. *Fl. Pasinii* Meneg., Depéret et Roman. Monographie des Pectinidés, p. 155, pl. XXIII, fig. 6-7.

Cette espèce n'est pas rare dans les marnocalcaires jaunes de la base (Burdigalien inférieur) entre Sghaira et Marsa Scala, à Bahar it-Chiak et à Gozo. Un fragment de la même espèce provient d'un niveau inférieur aux calcaires à Globigérines. Au même niveau Fuchs indique *P. deletus* Michelotti. Il me paraît bien probable qu'il s'agit en réalité de *Fl. Pasinii*, dont la saillie des côtes dans la région apicale est passablement variable.

Fl. Pasinii est spécialement méditerranéen et débute probablement dans l'Aquitanien. Il peut même atteindre l'Helvétien dans le bassin de Vienne. Cette espèce semble liée à des faciès de marnes fines.

III. — Genre *Amussium*.

Ce genre est très pauvrement représenté : deux espèces et seulement quelques valves pour chacune d'elles, ce sont *A. de Stefanii* Ugolini et *A. cristatum* mut. *badense* Fontannes. Cooke indique *P. denudatus* Reuss dans le calcaire à Globigérines supérieur et Fuchs note la même espèce dans les argiles bleues sus-jacentes. Rien, dans le matériel étudié, ne permet de confirmer l'existence de cette espèce.

1. 1896. The globigerine limestone of Malta (*Geol. Mag., new series, Dec.* IV, t. III, p. 510).

2. 1908. Monogr. d. Pettinidi neog. d. Sardegna, 3ª p. *Paleontographia italica*, p. 191, pl. V, fig. 1-2-4-6, pl. VI, fig. 1-2.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

1. ***Amussium de Stefanii*** UGOLINI.

1928. *Amussium de Stefanii* UG., DEPÉRET et ROMAN. Monographie des Pectinidés, p. 176, pl. XXIV, fig. 2-2 a, 3 a-d, 4-5.

Nous en avons trouvé quelques valves dans le calcaire à Globigérines supérieur (Burdigalien supérieur) à Fomm ir-Rih. Il n'est pas possible de le confondre avec *Fl. Pasinii*, car les côtes externes sont plus atténuées et les côtes internes bien séparées les unes des autres ne sont nullement géminées comme chez *Fl. Pasinii*.

2. ***Amussium cristatum*** BRONN mut. ***badense*** FONTANNES.

1928. *A. cristatum* mut. *badense* FONT., DEPÉRET et ROMAN. Monographie des Pectinidés, p. 174, pl. XXV, fig. 1 à 6.

Nous n'avons à signaler que quelques valves plus ou moins fragmentées de cette espèce, provenant du calcaire à Globigérines supérieur de Fomm ir-Rih et de l'Helvétien de la colline de Binjemma.

Une valve de cette localité mesure : d. a. p. 60 mm., d. u. p. 58, en outre les côtes internes sont bien bigéminées. Ces caractères la distinguent nettement de la forme pliocène.

A. cristatum a été signalé à Malte par Fuchs dans le calcaire à Globigérines supérieur et dans les marnes bleues sus-jacentes.

IV. — Genre *Chlamys*.

C'est le plus richement et le plus diversement représenté à Malte.

1. ***Chlamys*** cf. ***solarium*** LAMARCK.

1920. *P. (Oopecten) solarium* LMK., DOLLFUS et DAUTZENBERG. Miocène du Bassin de la Loire, p. 411, pl. XLI, fig. 1-2.

Du Vindobonien inférieur de la falaise de Madalena près de Dingli et de Ghain Tuffeia Bay, proviennent quelques fragments de bord palléal d'un grand *Pecten*. Ils sont insuffisants pour être sûrement attribuables au grand *P. solarium* du Vindobonien méditerranéen et même atlantique. Ce que Fuchs indique au même niveau sous le nom de *P. Besseri*, ne semble pouvoir se rapporter à la même forme.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

2. ***Chlamys latissima*** Brocchi var. ***restitutensis*** Fontannes.

1870. *P. latissimus* Br., Hoernes. Moll. d. Tertiär-Beckens v. Wien : Bival. *Abhandl. d. K. K. Geol. R. A.*, IV, p. 395, pl. LVI-LVII.

Les rares exemplaires connus à Malte, proviennent des calcaires à Globigérines supérieurs, on les retrouve dans les grès glauconieux helvétiens.

Les côtes de la valve gauche sont bien noduleuses vers le sommet. Les costules bien marquées en général sont peu nombreuses, et le plus souvent, l'une d'elles, située au milieu de l'intervalle est dominante. Par ces caractères la forme de Malte se rapprocherait plutôt de celle du Bassin de Vienne. Par contre la convexité est faible, ce qui crée une ressemblance avec la forme de la vallée du Rhône.

Fuchs indique à Malte, dans ce même niveau (grès verts helvétiens) *P. Tournali* de Serres. Rien n'est venu confirmer cette détermination, je penserais volontiers qu'il s'agit de fragments de *Ch. latissima*.

3. ***Chlamys Northamptoni*** Michelotti.

1897. *Ch. (Aequip.) Northamptoni* Mich., Sacco. Moll. terr. terz. Piemonte e Liguria (24), p. 16, pl. IV, fig. 1-6.

Cette espèce se trouve relativement abondante dans le Burdigalien inférieur de Malte dans la couche à gros nodules phosphatés de la baie Saint-Paul et à Bahar it-Chiak (côte Est). Elle est cependant toujours de taille inférieure à la moyenne de l'espèce.

En Italie, *Ch. Northamptoni* commence dans l'Oligocène et parvient jusque dans l'Helvétien. Sa période d'extension maximum est le Burdigalien, car alors elle atteint la Corse, le Languedoc et remonte la vallée du Rhône.

Ch. Northamptoni offre des ressemblances avec *Ch. Haueri* Michelotti et il me paraît bien probable que la forme indiquée sous ce dernier nom, en compagnie de *P. arcuatus*, par Fuchs, se rapporte en réalité à *Ch. Northamptoni*.

4. ***Chlamys Cookei*** de Gregorio.

Pl. IV, fig. 1-2-3.

1895. *P. Kooki* de Gregorio. Description de quelques fossiles tertiaires de Malte, *Ann. Géol. Pal. de Palerme*, XIX^e livr., p. 15, pl. I, fig. 17 a-b.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Je rapporte à cette espèce divers spécimens de valves séparées provenant de divers niveaux du calcaire à Globigérines burdigalien. La description en sera donnée dans le travail sur les Pectinidés (*loc. cit.*).

Les exemplaires figurés ici montrent la variabilité de l'aspect des côtes avec l'âge : chez le jeune, elles sont de section carrée, bien saillantes, puis deviennent plus arrondies sur les angles chez l'adulte, et chez les exemplaires gérontiques (voir pl. IV, fig. 1) elles reprennent une section plus carrée, mais moins élevée que chez le jeune.

L'allure des côtes, l'ornementation finement épineuse justifient le rapprochement de *Ch. spinulosa* (MÜNSTER) GOLDFUSS, du groupe de *Ch. Northamptoni*, dont elle semble s'éloigner beaucoup au premier abord.

Ch. Cookei n'est connue d'aucune autre localité.

5. *Chlamys scabrella* LAMARCK.

Pl. V, fig. 8-9-10.

1897. *Ch.* (*Aequ.*) *scabrella* LMK., SACCO. Moll. terr. terz. Piemonte e Liguria (24), p. 24, pl. VIII, fig. 1-6.

Cette espèce se retrouve en abondance avec *Fl. Larteti* dans l'Helvétien de Malte à Tuffeia Bay, Dingli, colline de Binjemma, dans les sables et grès friables à glauconie et *Heterostegina*.

Les caractères sont assez variables. Dans l'ensemble, cependant, les individus étudiés sont de taille inférieure à la moyenne ; la valve droite est plus convexe que la gauche, les côtes sont bien saillantes, à section passablement aiguë sur les angles, l'ornementation concentrique lamelleuse reste dominante pendant longtemps, ce n'est que vers le bord palléal ou chez les individus les plus grands que les costules radiaires apparaissent. Il ne me paraît pas douteux que *Ch. elegans* ANDRZ. dans la liste de Fuchs et *Ch. dubia* WOOD dans la liste de Cooke, se rapportent aux spécimens examinés ici. On peut également leur trouver des ressemblances avec *Ch. Zitteli* FUCHS du Miocène d'Égypte. Il nous paraît préférable, étant donné leur variabilité, de les rapporter à *Ch. scabrella*, et en particulier à la variété *sarmenticia* GOLDFUSS.

Cette variété est, en effet, répandue dans le Néogène de la Méditerranée avec *Ch. scabrella* typique, mais elle se localise aux rivages méridionaux et à l'Espagne.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

6. *Chlamys praescabriuscula* Fontannes.

Pl. V, fig. 6-7.

1878. *P. praescabriusculus* Fontannes. Études III, p. 84, pl. III, fig. 1.

A Malte cette espèce se trouve dans la mollasse calcaire blanc jaunâtre (Burdigalien inférieur) de Fomm ir-Rih. Les spécimens trouvés sont de taille assez faible, la convexité est également un peu inférieure à celle des individus de la vallée du Rhône, enfin le nombre des côtes ne dépasse guère 13 à 14. Il y a là une série de particularités qui se retrouvent dans de petites populations de la vallée du Rhône, par exemple à la Beaume de Transit (Drôme).

Dans la vallée du Rhône *Ch. praescabriuscula* définit un niveau bien constant du Burdigalien élevé. Dans le domaine méditerranéen, où l'espèce semble d'ailleurs assez rare, elle semble commencer plus bas en Vénétie et Cyrénaïque.

7. *Chlamys multistriata* Poli.

1920. *Ch. multistriata* Poli, Dollfus et Dautzenberg. Miocène du Bassin de la Loire, p. 417, pl. XLV, fig. 32-43.

L'espèce n'est représentée ici que par de rares exemplaires provenant de l'Helvétien de la colline de Binjemma et de Ghain Tuffeia Bay. Au même niveau elle est indiquée par Fuchs sous le nom de *P. substriatus*.

Ch. multistriata est dépourvue de signification stratigraphique car elle se trouve du Burdigalien à la période actuelle. Elle caractérise cependant une zone de sédimentation fine et relativement profonde.

8. *Chlamys fasciculata* Millet.

Pl. IV, fig. 6.

1920. *Ch. fasciculata* Millet, Dollfus et Dautzenberg. Miocène du Bassin de la Loire, p. 425, pl. XLII, fig. 1-4.

Quelques exemplaires de cette espèce sont connus à Malte. Tous proviennent de l'Helvétien : collines de Binjemma dans une assise marneuse au-dessus des grès friables et glauconies immédiatement à la base du calcaire à Nullipores supérieur au Sud des catacombes de Rabat. Le plus bel exemplaire nous a été communiqué par M. Baldacchino, il appartient au Musée de la Valette, mais ne porte pas d'indication précise de localité.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

L'identité de ces spécimens avec l'espèce des faluns helvétiens de Touraine ne fait pas de doute. Cette espèce était connue autrefois sous le nom de *P. Reussi* Hörnes et est ainsi dénommée dans les listes de Fuchs et Cooke.

Ch. fasciculata n'est pas rare dans les faluns de Touraine et est signalée de l'Helvétien et même du Tortonien, de tout le domaine de la Méditerranée, mais à l'état sporadique.

Conclusions sur les Pectinidés de Malte.

L'examen du tableau ci-contre montre que la faune de Pectinidés de Malte se partage très bien en 4 niveaux :

1° celui du sommet des calcaires à *Lithothamnium* inférieurs ;

2° celui des calcaires à Globigérines inférieurs et moyens ;

3° celui des calcaires à Globigérines supérieurs ;

4° celui des sables et grès verts et la base des calcaires à Nullipores supérieurs.

La comparaison que ce tableau apporte avec les régions voisines de l'Europe, permet de considérer le premier niveau comme Aquitanien, le second et le troisième comme Burdigalien et enfin le quatrième comme Helvétien.

Précisons ces comparaisons en reprenant successivement chacun de ces étages.

I. **Aquitanien.** — Dans le cas particulier de Malte la faune est pauvre, et dans l'ensemble de l'Europe les faunes marines s'y rapportant sont peu nombreuses.

La présence de *P. arcuatus* nous semble suffisante pour placer ces assises au-dessous du Burdigalien. L'existence de *Fl. Pasinii* et probablement de *Ch. Northamptoni* ne vient pas infirmer cette conclusion. Ces deux espèces étant surtout miocènes, nous sommes conduit à considérer les calcaires à Nullipores inférieurs comme aquitaniens, au moins à leur partie supérieure.

II. **Burdigalien.** — A la partie inférieure nous trouvons *Fl. Pasinii* et *Ch. Northamptoni* qui existaient déjà au-dessous. Il s'ajoute *Ch. praescabriuscula*, qui dans la vallée du Rhône est du Burdigalien supérieur, mais qui, en Vénétie et en Cyrénaïque existe dans la base de l'étage. Il faut remarquer que ces trois espèces sont riches en individus. Elles ont, en outre, une répartition méditerranéenne étendue.

La partie supérieure marque au contraire un renouvellement

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

TABLEAU DE RÉPARTITION DE QUELQUES PECTINIDÉS

	ATLANTIQUE			MÉDITERRANÉE													
				Vallée du Rhône		Malte				Italie			Rég. orientale				
	Olig. sup.	Burd.	Helv.	Burd.	Helv.	Aquit.	Burdigal. inf.	Burdigal. sup.	Helv.	Aquit.	Burd.	Helv.	Aquit.	Burd.	Helv.
P. arcuatus BROC.	+					+			+ rare	+	+ rare	+ Sardaigne	+		+ Syrie
P. revolutus MICH.								+ r.	+						
P. vigolenensis SIM.									+ ab.			+ Sardaigne			+ Syrie
Fl. Larteti TOURN.			+												
Fl. fraterculus SOW.			+	+	+				+ ab.						+ jusqu'au Plioc.
Fl. Koheni FUCHS								+ r.				+ Sardaigne			Syrie
Fl. Pasinii MENEG.						+ r.	+ ab.			+	+	+			+ B. de Vienne
A. de Stefanii UG.			+					+ r.				+ Sardaigne			
A. cristatum mut. *badense* FONT				+				+ r.	+ r.			+			+
Ch. cf. *solarium* LMK.			+						+ r.			+			+
Ch. latissima var. *restitutensis* FONT				+				+ r.	+ r.		+				+
Ch. Northamptoni MICH.				+		+ ?	+ ab.			+	+	+			
Ch. Cookei DE GREG.								+ r.							
Ch. scabrella LMK.				+	+				+ ab.		+	+		+	+
Ch. praescabriuscula FONT.				+			+ ab.				+ Vénétie			+ Cyrénaïque	
Ch. multistriata POLI.		+	+	+	+				+ r.		+	+		+	+
Ch. fasciculata MILLET			+						+ r.						+ Syrie

r. = rare, ab. = abondant.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

complet et un enrichissement considérable en espèces, sinon en individus. La présence de *A. cristatum* mut. *badense*, *Ch.* cf. *solarium*, *Ch. latissima* var. *restitutensis*, montre que ces espèces à large diffusion ont atteint l'archipel de Malte. Il est à remarquer que *P. vigolenensis* est signalé en Italie, Sardaigne, et de la région balkanique, mais malheureusement sa position stratigraphique n'est pas toujours bien définie. *Fl. Koheni* a une extension plus limitée, on le retrouve en Sardaigne, et il semble descendre de *Fl. Pasinii* ; enfin, *Ch. Cookei*, nettement endémique, semble être un descendant de *Ch. Northamptoni*.

III. **Helvétien.** — Seuls *A. cristatum* et *Ch. latissima* continuent la faune du Burdigalien. A part ces deux espèces, on assiste à un renouvellement qui semble s'opérer en majeure partie par migration : *P. revolutus*, *Fl. fraterculus*, *Ch. multistriata*, *Ch. scabrella* existant déjà au Burdigalien, en d'autres régions de la Méditerranée. *Fl. Larteti* et *Ch. fasciculata*, par contre sont exclusivement de l'Helvétien, et surtout atlantiques ; ils se retrouvent — fait remarquable — le premier en Sardaigne et Syrie, le second à Chypre et en Syrie.

C'est donc avec la Sardaigne en premier lieu que la faune maltaise offre des ressemblances. Il faut également noter ses analogies avec les régions orientales et méridionales de la Méditerranée. Au fond, c'est une zone faisant preuve d'un faible endémisme, et si on tient compte de la faible étendue des affleurements cette impression est renforcée. L'emplacement de l'archipel maltais correspond à une zone largement exposée aux peuplements d'origines diverses, au centre de la vaste Méditerranée tertiaire.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

EXPLICATION DES PLANCHES IV ET V

Planche IV.

Fig. 1. ***Chlamys Cookei*** de Gregorio.
Valve droite des calcaires à Globigérines de Malte.
(Coll. du Musée de La Valette.)
2. Valve gauche de la Cala Bahar it-Chiak, calcaires à Globigérines.
(Coll. Univ. Lyon.)
3. Valve droite jeune de la même localité et de la même collection.
Burdigalien inférieur.

Fig. 4. ***Pecten vigolenensis*** Simonelli.
4*a*. Valve gauche du même individu.
(Coll. Baldacchino, La Valette.)
5. Forme jeune, même collection.
Calcaires à Globigérines supérieurs de Malte.

Fig. 6. ***Chlamys fasciculata*** Millet.
Valve gauche d'un individu bivalve de Malte.
(Collection du Musée de Malte.)
Helvétien, sans localité précise.

Planche V.

Fig. 1. ***Flabellipecten Larteti*** Tournouër.
Valve droite de Ghain Tuffeia Bay (Malte).
2. Valve gauche de la même localité.
Grés glauconieux à *Amphistegina*, Helvétien.
(Coll. Univ. de Lyon.)

Fig. 3. ***Flabellipecten Pasinii*** Meneghini.
Valve droite de Marsa Scala (Malte).
4. Valve gauche de Mggiar (Gozo).
Calcaires à Globigérines inférieurs, Burdigalien inférieur.
(Coll. Univ. de Lyon.)

Fig. 5. ***Flabellipecten Koheni*** Fuchs.
Valve droite de Marsa Scala.
Calcaires à Globigérines inférieurs, Burdigalien inférieur.
(Coll. Univ. de Lyon.)

Fig. 6. ***Chlamys praescabriuscula*** Fontannes.
Falaise de Fomm ir-Rih (Malte),
Calcaires à Globigérines inférieurs, Burdigalien.
(Coll. Univ. de Lyon.)
7. Autre exemplaire de la même localité.

Fig. 8. ***Chlamys scabrella*** Lamarck.
Colline de Binjemma (Malte).
Grès glauconieux à *Amphistegina*.
Helvétien inférieur.
9, 10, autres exemplaires de la même localité.
(Coll. Univ. de Lyon.)

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Crinoïdes du Frasnien de Chateau-Gaillard, près Trélon (Nord)

par **F. M. Bergounioux**[1].

Planche VI.

M. Delépine a bien voulu me charger de l'étude de quelques formes de Crinoïdes trouvés dans l'ancienne carrière de Château-Gaillard, près Trélon (Nord). Au cours d'une rapide excursion dans la région, j'ai pu moi-même récolter quelques calices et des fragments de tige qui ont complété ma documentation pour ce travail.

I. — LE GISEMENT

La bande frasnienne qui s'étend sur le bord sud du bassin de Dinant, le long de la plaine des Fagnes, est composée de nombreuses lentilles formées de calcaires organogènes et disposées en dômes, qui ont reçu le nom de récifs. Depuis les travaux de Gosselet en 1874 (4) on connaît dans le niveau moyen du Frasnien une série de ces récifs situés entre Trélon et Baives. Dans le bois de Terre-Godeau, au Nord-Est du bois de Trélon, l'exploitation des carrières de Château-Gaillard a entamé deux lentilles calcaires signalées par Gosselet (4), par Gronnier (5) et par Delhaye (2). Tout récemmemt M. Lecompte a repris l'étude de ces récifs (6) et il a établi la stratigraphie, d'après l'échelle du Frasnien établie par M. Mailleux (7) qu'on rappelle ici :

F_3. — Assise de Matagne à *Buchiola palmata*.

F_2. — Assise de Frasnes à *Hypothiridina cuboïdes*

- F_{2j}. — Récifs de marbre rouge à *Acervularia*.
- F_{2i}. — Schistes à *Reticularia pachyrhyncha*.
- F_{2h}. — Récifs de marbre gris à *Stromatopores*.
- F_{2g}. — Calcaires stratifiés gris-bleu.
- F_{2f}. — Schistes gris à *Leiorhynchus megistanus*.
- F_{2e}. — Schistes verts à *Leiorhynchus formosus*.
- F_{2d}. — Récifs de marbre rouge à *Disphyllum*.
- F_{2c}. — Schistes et calcaires noirâtres, stratifiés à *Disphyllum*.
- F_{2b}. — Schistes verts à *Receptaculites Neptuni* et à *Spirifer bisinus*.
- F_{2a}. — Schistes calcareux à *Spirifer orbelianus*.

1. Note présentée à la séance du 6 février 1939.
10 octobre 1939. Bull. Soc. Géol. Fr. (5), IX. — 6

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

F_1. Assise de Fromelennes à *Myophoria transrhenana* et *Lyriopecten Gilsoni*.
- F_{1c}. — Calcschistes à *Myophoria transrhenana*.
- F_{1b}. — Calcaires gris, stratifiés à Stromatopores.
- F_{1a}. — Schistes à *Spirifer tenticulum*.

L'ancienne carrière de Château-Gaillard, aujourd'hui abandonnée, ne comprend plus qu'une petite bande annulaire permettant toutefois de se rendre compte de l'allure générale du récif. Il avait une centaine de mètres de diamètre, peu incliné vers le Nord et fortement dissymétrique : alors que les bancs plongent légèrement vers l'Ouest (10° à 15°) la paroi E est au contraire très redressée (60° à 80°) ; sur toute la hauteur on trouve des stries de glissement très nettes et presque toutes verticales. La série stratigraphique décrite par M. Lecompte, d'une façon qui manque de netteté, paraît comporter à la base des calcaires gris dans lesquels Gosselet avait signalé la présence de nombreux fossiles du niveau à *Pachystroma* (F_{2h} de l'échelle de Mailleux), puis des schistes dans lesquels s'intercalent des bancs à Crinoïdes (F_{2i}) ; au-dessus, la masse exploitée de calcaires rosés à *Acervularia* (F_{2j}) ; les schistes de Matagne (F_3) sont en contact direct avec le récif.

Les Crinoïdes étudiés ici ont été récoltés sur le bord sud du gisement, dans les schistes F_{2i}, au-dessus de la paroi verticale calcaire qui limite de ce côté la carrière.

II. — DESCRIPTION DES ESPÈCES

Ordre des **Camerata**.

Famille des ***Hexacrinidæ*** W. and Sp.

Genre *Hexacrinus* Austin.

Hexacrinus gibbosus *nov. sp.* (Pl. VI, 1-2)

De cette curieuse espèce ont été trouvés seulement deux exemplaires de taille sensiblement identique, en assez bon état de conservation, mais sur lesquels il est difficile de retrouver le contour des plaques. La forme générale est globuleuse, le calice est épais et repose sur la tige par l'intermédiaire d'un gros bourrelet formé par les basales. L'ornementation assez peu visible sur le calice devient considérable sur le tegmen où elle est composée

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

de gros tubercules dont le centre est marqué par une ponctuation en relief.

Hauteur totale..... 26 mm.
Diamètre maximum.... 25 mm.

1. *Le calice.* — Il se compose d'un petit nombre de plaques d'allure générale très diverse. Il y a trois *basales* hexagonales et étirées transversalement. Leur hauteur est de 6 mm. Elles présentent une très grosse saillie, bourrelet régulier occupant à peu près la moitié de la surface de la plaque dans sa partie inférieure. Il arrive que ce bourrelet se scinde en deux mamelons réunis par un étranglement.

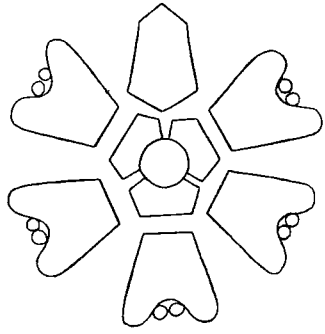


FIG. 1. — *Hexacrinus gibbosus*, nov. sp. Diagramme du calice.

Les *radiales* sont de grosses plaques polygonales, assez régulières, mesurant 12 mm. de large et 11 mm. de haut. Elles sont disposées sur un cercle formé de 6 plaques : 5 *radiales* et 1 *interbrachiale anale*, pentagonale, un peu plus haute que les autres pièces et chevauchant 2 basales. Quant aux 5 radiales elles sont curieusement disposées par rapport à la base : 3 d'entre elles reposent sur la même basale, quant aux deux autres elles chevauchent sur deux plaques.

Les bras s'insèrent très bas sur le calice et les *brachiales* se disposent sur l'échancrure médiane des *radiales*. On distingue sur chacune de ces plaques le point de départ de deux bras dont on ne voit que les sutures d'insertion surmontées du curieux dispositif qui va être décrit.

La *série anale* se compose d'une seule plaque *interbrachiale*, hexagonale, de grande taille, qui joint les *basales* à la voûte et qui s'appuie latéralement sur les *radiales*.

2. *La voûte.* — Le tegmen est festonné sur ses bords et présente 5 lobes, en relation avec l'échancrure supérieure des radiales. De ce fait la partie operculaire recouvre le calice d'une façon irrégulière.

Dans la partie qui surmonte immédiatement les bras, une curieuse ornementation se dessine. Au-dessus de *radiales* on trouve :

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

a) un sillon médian, assez large, dans le prolongement de la ligne de contact entre les deux bras, et donc, dans l'axe de chaque radiale ;

b) deux bourrelets, légèrement divergents vers le haut limitent ce sillon, et offrent eux-mêmes à l'extérieur une rainure assez profonde, allongée vers le haut, et limitée extérieurement par une légère arête. La partie supérieure de la voûte est formée d'un petit nombre de plaques ornées de points ou de tubercules, de dimensions régulièrement décroissantes des bords vers le sommet.

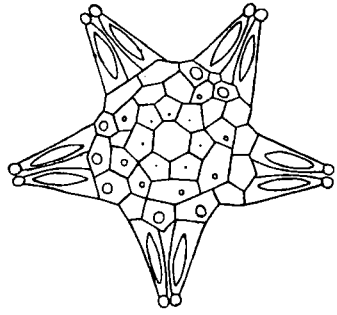


FIG. 2. — *Hexacrinus gibbosus*, nov. sp. Schéma de la voûte.

Rapports paléontologiques.

La famille des *Hexacrinidae* WACHSMUTH and SPRINGER (9) a été créée pour des formes dans lesquelles les *radiales* sont en contact, sauf à la partie postérieure où elles sont séparées par une plaque *anale*.

Dans une première section comprenant des espèces à trois *basales*, Austin a placé le genre *Hexacrinus*, caractérisé par la présence d'une plaque anale presque semblable aux radiales en grosseur et en forme, un anus excentrique, jamais allongé en tube. Représenté par de très nombreuses espèces au Dévonien et au Carbonifère, le genre *Hexacrinus* a été particulièrement signalé dans l'Eifel où Schultze (8) en a décrit 21 espèces, montrant la prolifération d'un type et l'extrême variabilité de l'ornementation. La forme qui se rapproche le plus de l'objet de cette étude est sans conteste *H. nodifer* qui présente à la base 3 bourelets pétaloïdes et dont la face orale est couverte de tubercules. Mais il faut noter aussi de très nombreuses différences : l'allure générale est beaucoup plus allongée et surtout les insertions brachiales sont simples à la base. La forme de Trélon d'allure globuleuse et à insertions brachiales doubles devient donc le type d'une nouvelle espèce *H. gibbosus*.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Famille des *Melocrinidæ* W. and Spr.

Section des **Melocrinites** W. and Spr.

Genre *Melocrinus* Dolf.

Melocrinus parvus, W. and Spr. (Pl. VI, 3-4)

1897. *Melocrinus parvus* W. and Spr. Wachsmuth and Springer : North American Crinoïdes, vol. I, p. 303, pl. XXII, fig. 8.

La pièce unique recueillie se compose d'un calice surmonté de sa voûte ; les plaques sont en bon état de conservation. C'est une forme de petite taille dont la hauteur totale ne dépasse pas 17 mm. pour un diamètre de 12 mm. au niveau du sommet du calice.

Description.

Le calice. — La coupe est profonde ; sa hauteur atteint 13 mm. Resserrée au niveau des *basales*, elle s'évase rapidement ; à la partie supérieure le diamètre est de 12 mm.

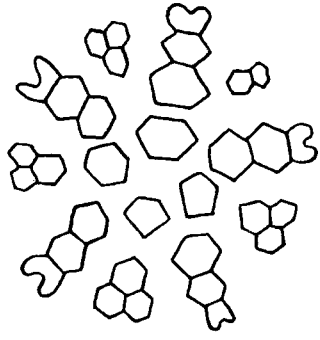


Fig. 3. — *Melocrinus parvus*, W. and Spr. Diag. du calice.

Les plaques qui forment le calice présentent une ornementation régulière constituée par de très fines nervures polygonales, parallèles aux contours des plaques et formant ainsi des polygones emboîtés les uns dans les autres. D'autres nervures aussi fines que les précédentes, mais rayonnantes, partent du centre pour aboutir soit au sommet des angles, soit au milieu des côtés ; elles sont beaucoup plus apparentes à la périphérie qu'au centre et donnent au calice un aspect quadrillé caractéristique. Certaines plaques appartenant à la couronne supérieure du calice présentent une modification dans cette ornementation géométrique : les nervures apparaissent en légère saillie et sont irrégulièrement disposées sur les plaques.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Il y a 4 *basales* inégales, formant une forte saillie de 3 mm. environ à la base du calice ce qui contribue à lui donner un aspect allongé. Deux de ces plaques sont pentagonales, plus hautes que larges : 2 mm. 5 de largeur pour 3 mm. de hauteur ; la 3e est encore pentagonale, mais aussi large que haute ; seule la 4e est hexagonale, plus large que haute et mesurant 5 mm. sur 3 mm. Cette dernière plaque peut être considérée comme le résultat de la fusion de 2 basales élémentaires ; cette interprétation est confirmée par la disposition des radiales qui, alternantes par rapport aux autres basales, se trouvent directement superposées à celle-ci.

Les *radiales* sont formées par 5 plaques hexagonales, régulières, d'assez grande taille et contiguës. Les grandes diagonales mesurent environ 6 mm.

Les *brachiales* sont réduites aux *brachiales* de 1er ordre (1Br) surmontant chaque *radiale* ; elles sont formées de 3 plaques hexagonales par rangées ; elles sont plus petites que les *radiales* et de taille décroissante. 1 Br_2 qui se place immédiatement sous les bras est particulièrement réduite.

Les *interbrachiales* sont formées de 2 cercles de plaques :

a) i 1 Br_4 composé de plaques hexagonales de dimensions comparables à celles des premières *brachiales* ;

b) i 1 Br_2 formé dans chaque série de 2 plaques contiguës et hexagonales, plus petites que les précédentes.

Les interbrachiales anales ne comprennent que deux plaques semblables et superposées.

La voûte. — La forme générale du *tegmen* est nettement pentagonale et régulière. Elle est composée d'un petit nombre de plaques pentagonales ou hexagonales assez bombées entre lesquelles il est difficile de trouver une répartition géométrique.

La bouche et l'anus qui se voient mal sont sans doute assez voisins et excentriques.

La symétrie. — D'après la disposition de la bouche et de l'anus sur la voûte et des plaques interbrachiales anales du calice, il apparaît une symétrie rayonnée typique.

Toutefois, quand on examine les basales, on se rend compte que cette symétrie est rompue, puisque le plan de symétrie de ces dernières plaques ne coïncide plus avec celui de l'ensemble de l'animal. Mais on sait que cette anomalie de structure peut être bien souvent enregistrée chez de très nombreux groupes de Crinoïdes. Bather (1) reprenant les études de Wachsmuth and Springer (9) a montré que les modifications du nombre des plaques basales provenaient d'une fusion de 2 des 5 pièces élémentaires formant typiquement la base. Dans le cas qui nous occupe, les plaques 2 et 3 se sont ainsi réunies et la 4e pièce (réellement la 5e) est notablement plus grande que les autres. Il y a donc chez notre sujet une asymétrie morphologique purement externe qui vient localement perturber l'ordonnance de la symétrie rayonnée réalisée typiquement chez les Crinoïdes comme chez beaucoup d'Échinodermes.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Rapports paléontologiques.

La grande famille des *Melocrinidae* créée par Zittel a été précisée par Wachsmuth and Springer qui l'ont divisée en deux sections : *Melocrinites* et *Dolatocrinites*. Dans la première d'entre elles a été placé le genre *Melocrinus* Goldfuss 1826, précisé par Wachsmuth and Springer en 1897 et dont la diagnose est la suivante : *4 basales, nombreuses interbrachiales; dans l'interradial postérieur 1 ou plusieurs anales. L'ouverture anale excentrique, rarement prolongée en tube de faibles dimensions.* Le genre a une extension paléogéographique considérable puisqu'il est connu durant le Silurien et le Dévonien, en Angleterre, en Allemagne et dans l'Amérique du Nord où dans sa récente révision Miss Goldring en signale 13 espèces dans le seul État de New-York (3) ; dans leur Monographie des *Camerata* de l'Amérique du Nord, Wachsmuth and Springer comptent 22 espèces des *Melocrinus* (9), tandis que Schultze en signale 5 espèces dans les schistes de l'Eifel (8). Ces dernières formes sont exclusivement localisées dans le Dévonien.

Le fossile de Château-Gaillard se rattache sans aucun doute à *Melocrinus parvus* décrit par Wachsmuth and Springer en provenance de Saint-Paul, Ind., et appartenant au Niagara Group.

Melocrinus verrucosus Goldf. (Pl. VI ; 5-6).

1823. *Melocrinus verrucosus* Goldf. Nova acta Ac. Leop., XIX, I, p. 340, pl. XXI, fig. 3.

1867. *Melocrinus verrucosus* Goldf.-Schultze (L.). Monographie der Echinodermen des Eifler Kalkes. *Denks. Akad. Wiss.*, Wien, Math-Phys. Kl. 26, 1867, p. 177, pl. VI, fig. 4.

Un calice en assez mauvais état de conservation présente quelques caractères spéciaux qui permettent de le rattacher à une espèce connue.

La forme générale est globuleuse ; les dimensions sont de 2 cm. 6 pour la hauteur et de 3 cm. pour la plus grande largeur au sommet du calice.

Il y a 4 *basales* assez peu discernables ; elles forment un ensemble pentagonal dont un des sommets s'effile en pointe, car les 2 *radiales* qui le forment divergent légèrement à ce niveau. Il s'agit là d'une variation individuelle sans importance pour la classification. Les 5 *radiales* sont hexagonales et régulières.

Les séries *brachiales* sont seules intéressantes. Formées chacune de 2 plaques : Br_1 et Br_2 très nettement décroissantes comme taille, elles se terminent au niveau des plaques dichotomes servant à l'insertion des bras.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Les *interbrachiales* sont disposées de la façon suivante : 1 i_1 br_1, 2 i_2 br_2 plus petites, au-dessus desquelles se place une mosaïque de plaquettes.

On ne sait rien de la voûte qui manque entièrement, ainsi que la série interbrachiale anale

Rapports paléontologiques.

Schultze (8) a décrit du Dévonien de l'Eifel *Melocrinus gibbosus* Goldf. Les formes figurées dans son mémoire, pl. VI, fig. 1-1k sont étroitement apparentées par le fait que les brachiales se dichotomisent au-dessus de la rangée des brachiales de 2e ordre Br_2. Il apparaît pourtant que de notables différences peuvent être relevées entre elles. Quant à l'allure générale les figures 1, 1d et 1f représentent des calices globuleux composés de plaques dont les bords sont finement dentelés mais qui ne présentent pas d'autre ornementation. La voûte est relativement aplatie et formée de petites plaques dont le centre est soulevé et terminé en pointe, ce qui donne à l'ensemble une allure verruqueuse très caractéristique. Au contraire 1 a et 1 b ont des calices plus allongés, pyriformes et graciles. Les plaques dont ils sont composés présentent une ornementation formée de traits convergeant au centre. De plus la voûte est un pavé de plaquettes convexes, très nombreuses. L'orifice anal sans proboscis est cependant situé au sommet d'une rosette de plaques redressées.

Pour ces dernières formes, très différentes du type de l'espèce, il faut créer une variété que l'on peut nommer *pyriformis* à cause de l'allure générale de l'animal. Dans le mémoire de Schultze, les figures 1 a et 1 b de la planche VI correspondent donc à *Melocrinus gibbosus pyriformis* nov. var.

Près de cette espèce se place *M. verrucosus* Goldf. dont la ressemblance générale avec elle est très grande. Il faut noter toutefois que les *basales* sont ici un peu plus surbaissées et que les séries *brachiales* ne sont pas dichotomes ; au-dessus de la 2e *brachiale* se placent les deux plaques d'insertion des bras. De plus, les plaques du calice très nettement séparées les unes des autres par de profonds sillons sont convexes et sans ornementation.

Tous ces caractères permettent de classer le sujet de Trélon dans l'espèce *M. verrucosus* Goldf. des schistes de l'Eifel.

Melocrinus hieroglyphicus Goldf. (Pl. VI, 7-10).

1823. *Melocrinus hieroglyphicus* Goldfuss. Petrefacta Germaniae I, pas.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

La description de cette espèce classique, bien connue par son ornementation, va être faite sur le seul exemplaire intégralement conservé que l'on possède de Trélon. Sa surface très usée rend les plaques à peu près lisses, mais on y reconnaît encore les traces des grosses ponctuations caractéristiques. Par contre le calice et la voûte sont intacts et un morceau de la tige adhère encore aux basales.

Dimensions :

Section de la tige..... 6 mm. de diamètre.
Hauteur du calice..... 25 mm.
Diamètre maximum..... 30 mm.
Voûte très aplatie..,..... 1/2 mm. de haut, environ.

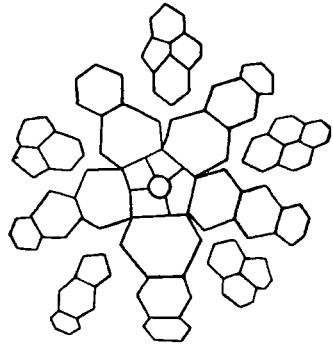


Fig. 4. — *Melocrinus hieroglyphicus*, Gold. Diag. du calice.

Description :

1) La *tige* dont il reste quelques millimètres présente des cannelures circulaires espacées de 1 mm. et peu accentuées.

2) Le *calice* est irrégulier, de forme tronconique, une face étant relativement aplatie par rapport à l'autre.

Les *basales* sont de petites dimensions : 2 à 3 mm. de largeur ; elles dessinent un pentagone régulier ; 3 d'entre elles sont égales, la quatrième est fort élargie transversalement et a une dimension double de chacune des 3 premières.

Les *radiales* sont de grande taille (10 mm. de largeur en moyenne) disposées régulièrement et hexagonales.

Les brachiales forment deux cercles superposés :

5 Br_1 régulières et hexagonales, de taille plus faible, surmontent les radiales et au-dessus :

5 Br_2, hexagonales, mais étirées transversalement.

Ces plaques aboutissent aux points d'insertion des 5 bras, qui se situent sur des plaques plus petites qu'il n'est pas possible de décrire avec plus de détails.

Les interbrachiales sont formées par :

i_1br_1 régulières et hexagonales, surmontées des i_2br_2 de taille plus

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

faible, moins régulières, et hexagonales, également au nombre de 2 par série interbrachiale. Les ibr_2 sont surmontées d'une plaque unique, hexagonale, allongée radialement, formant le raccord avec la voûte.

Les interbrachiales anales correspondent à trois plaques superposés :

i_1br_1a pentagonale.
i_1br_2a et i_1br_3a } hexagonales.

3) La *voûte* est fortement aplatie avec une dépression marquée vers le centre. Elle est formée d'un petit nombre de plaques dont la taille, la forme et la disposition sont irrégulières. Ces plaques sont le plus souvent pentagonales et d'assez petites dimensions. On ne parvient pas à déceler la bouche, mais l'orifice anal est très visible, légèrement en relief et excentrique.

4) Les *bras* sont au nombre de 5 et de gros diamètre, par rapport aux dimensions du calice. Seul leur point d'insertion est nettement marqué sur l'échantillon décrit.

Rapports paléontologiques.

Le genre *Melocrinus* est généralement formé d'espèces dont le calice présente de très nombreuses ornementations. Mais les caractères de *M. hieroglyphicus* sont trop typiques pour être confondus avec aucun autre.

Ce sont d'épaisses vermiculations, des traits courts, de grosses ponctuations entaillant parfois profondément les plaques et placées sans ordre apparent.

Toutefois la diagnose n'avait jamais été complètement établie. L'étude de l'échantillon de Château-Gaillard a permis de le faire d'une façon précise. Il faut noter cependant qu'en ce qui concerne la voûte, les autres exemplaires assez complets n'y présentent pas la dépression centrale rencontrée ici. Normalement, au contraire, la voûte est légèrement convexe et on y voit difficilement l'orifice anal.

L'espèce paraît avoir été représentée dans ce gisement comme dans ceux de l'Eifel par de très nombreux individus.

Melocrinus hieroglyphicus, var. ***concentrica*** nov. var. (Pl. VI, 12-13).

Les exemplaires types de cette espèce qui sont conservés à l'Université de Bonn diffèrent sensiblement des pièces étudiées dans le Frasnien de Château-Gaillard. Les pièces basales forment un ensemble beaucoup moins nettement pentagonal que chez notre sujet. La face ventrale est toujours nettement concave,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

alors qu'elle est ici généralement dépressiforme et il ne paraît pas y avoir de tube anal comme dans les exemplaires de Trélon ; les pièces orales en rosette manquent chez notre sujet. L'ornementation est elle aussi très différente. Alors qu'à première vue elle semble identique dans les deux groupes, un examen attentif permet d'y noter de très caractéristiques différences. La forme de l'Eifel est ornée de grosses ponctuations et de traits épais qui sont disposés sans ordre apparent sur les plaques du calice. Les traits sont, dans les exemplaires de Trélon, beaucoup plus fins, et ils affectent au moins dans les parties périphériques des plaques une disposition concentrique qui donne à l'ensemble une allure très régulière facilement reconnaissable.

On propose de faire pour ces quelques différences une variété nouvelle *concentrica*, dans l'espèce *M. hieroglyphicus* de l'Eifel.

III. — CONCLUSION

L'étude des quelques formes de Crinoïdes trouvés à Trélon permet de les rapprocher dans l'ensemble de la faune classique de l'Eifel. Toutefois, la présence de *Melocrinus parvus* qui n'était jusque là connu qu'en Amérique du Nord incite à penser qu'à cette époque les influences marines américaines étaient encore sensibles à la latitude de l'Ardenne. Dans un Mémoire actuellement en cours de publication sur des Crinoïdes du Dévonien des Asturies, on s'aperçoit que cette région a été une sorte de carrefour où se sont exercées des influences très différentes, puisque sur 12 genres représentés, ou en compte 4 exclusivement américains, 4 exclusivement allemands, 3 américano-germaniques, et un seul spécial à l'Espagne. Parmi les genres ubiquistes, il n'avait pas été donné de signaler *Melocrinus*, mais *Hexacrinus* est connu à la fois en Amérique et en Europe. Ces constatations permettent de conclure que les Crinoïdes rencontrés dans l'Ardenne appartiennent à des genres communs.

Au point de vue écologique, il est intéressant de constater que le gisement de Château-Gaillard correspond à un récif dans lequel on trouve de nombreux Brachiopodes, des Polypiers et des Crinoïdes. Les récifs de marbre alternent avec des bancs schisteux dans lesquels, tout au sommet, se rencontrent des Crinoïdes. Au-dessus se place l'assise schisteuse de Matagne, qui manifeste le maximum d'envasement. Mais la présence des Crinoïdes du haut en bas des récifs de Trélon, incite M. Lecompte (6) à penser que ces organismes ont joué dans sa formation un rôle beaucoup plus important que les Polypiers. On serait en face

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

d'un véritable récif crinoïdique, ce qui permettrait d'expliquer, étant donné que ces animaux ont besoin pour leur nourriture d'eaux relativement souillées, et les nombreux commensaux qui vivent autour d'eux, l'exubérance de l'activité organique qui se manifeste dans ces formations géologiques.

BIBLIOGRAPHIE

1. Bather F.-A. — A traetise on Zoology, edited by E. Ray Lankester, Part. III. The Echinoderma, pp. 1-344, fig. 1-309. London, 1900.
2. Delhaye F. — Les différences de faciès des récifs à *Acervularia* de la bande Fromelenne-Trélon et du massif de Philippeville. *Bull. Soc. Belge de Géol.*, t. XLII, pp. 86-94, 1932.
3. Goldring Winifred. — The Devonian Crinoïds of the State of New-York. *New-York State Mus.*, Mem. 16, Albany 1923, pp. 1-483, pl. I-LX.
4. Gosselet J. — Carte géologique de la bande méridionale des calcaires dévoniens de l'entre Sambre et Meuse. *Bull. Acad. roy. de Belg.*, 5e série, t. XXXVII, no 1, 1874.
5. Gronnier J. — Description géologique du canton de Trélon. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XVIII, pp. 1-93, 1890.
6. Lecompte M. — Contribution à la connaissance des « récifs » du Frasnien de l'Ardenne. *Mém. de l'Inst. géol. de l'Univers. de Louvain*, t. X, pp. 1-112, pl. VI-XI. Louvain, 1936.
7. Mailleux E. et Demanet F. — L'échelle stratigraphique des terrains primaires de la Belgique. *Bull. Soc. Belge de Géol.*, t. XXXVIII, pp. 124-131, pl. I-III, 1938.
8. Schultze L. — Monographie der Echinodermen des Eifler Kalkes. *Denkschrif. Akad. Wiss. Wien, Math.-Nat. Kl.*, t. XXVI, 1867, pp. 113-230, pl. I-XIII.
9. Wachsmuth and Springer. — North American Crinoïdea. *Mem. of the Mus. of comp. Zool.*, vol. XX-XXI, Cambridge, 1898, pp. 1-837, pl. LXXXIII.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VI

1. *Hexacrinus gibbosus* nov. sp. Calice (× 5/3).
2. — Voûte (× 5/3).
3. *Melocrinus parvus* W. et Spr. Calice (× 2).
4. — Base (× 2).
5. *Melocrinus verrucosus* Goldf. Base (× 2).
6. — Calice (× 2).
7. *Melocrinus hieroglyphicus* Goldf. Calice (× 5/3).
8. — Base (× 5/3).
9. — Voûte (× 1).
10. — Base (× 2).
11. *Mel. hieroglyphicus*, var. *concentrica*. Base ((× 2).
12. — Calice (× 1).

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Données comparatives sur les compositions chimique et minéralogique des granites du Mendic, du Sidobre et de l'Aigoual (Montagne noire et Cévennes méridionales)

par **Albert Michel-Lévy** [1].

J'ai montré, antérieurement [2], que le massif du Mendic situé au N de Bédarieux et entaillé par la vallée de l'Orb, formait un appareil granitique complet accompagné de sédiments métamorphisés, apparaissant au-dessous de la série cambrienne des Monts de Lacaune, dont il est séparé par une zone d'arkoses écrasées et mylonitisées, avec poudingues très laminés.

Ce massif semble appartenir à une époque antécambrienne. En tous cas, son matériel est grossièrement schistosé en direction NE, avec plongement au NW, en conformité des plissements des Monts de Lacaune. Il a subi et enregistré les poussées résultant des plissements hercyniens ; il est antérieur à la tectonique hercynienne.

Bien que les analyses chimiques de roches aussi anciennes, aussi brisées, décomposées et partiellement recristallisées, ne donnent qu'un aperçu très imparfait et peut-être trompeur de leur composition initiale, il m'a paru intéressant de rechercher si la comparaison des granites schistosés du Mendic avec les granites intacts du Sidobre et de l'Aigoual, qui sont de la fin des temps primaires, apporterait l'assurance de différences notoires existant entre eux.

D'autres problèmes pouvaient être éclaircis en même temps par l'analyse chimique. Les mylonites, autrefois appelées blaviérites par Bergeron, provenaient-elles des granites du Mendic broyés, ou de leurs arkoses écrasées ? Les injections laccolitiques, formant les roches désignées autrefois comme porphyroïdes au Nord de Graissessac, étaient-elles bien en liaison avec le granite du Mendic ?

On trouvera dans cette note sept analyses : les analyses I, V, VI sont dues à M. Raoult ; II et III, à Mme Rumpf ; IV et VII, à Mme Trombe. Voir les tableaux ci-joints.

1. Note présentée à la séance du 6 février 1939.

2. Existence de formations antécambriennes dans la Montagne Noire. *CR. Ac Sc.*, t. 194, 1932, p. 1366.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Analyses chimiques

	I granite de Truscas, Mendic.	II granite de Peyro-Clabado, Sidobre.	III granite Aigoual.	IV micro-granite laminé 200 m. est Col Serviez.	V mylo-nite La Rode.	VI mylo-nite route Avène.	VII micro-granite le Rol-land, Sidobre.
SiO^2	74.16	67.57	66.16	74.27	73.90	79.32	71.97
Al^2O^3	12.53	15.20	15.92	12.83	14.22	12.51	13.63
Fe^2O^3	0.07	3.78	1.84	1.03	1.25	0.80	0.80
FeO	1.74	2.26	2.32	0.38	1.03	0.92	1.11
MuO	0.07				0.04	tr.	
MgO	0.32	0.33	0.19	0.08	0.51	0.18	0.15
CaO	1.12	1.47	2.21	0.56	0.80	0.54	2.60
Na^2O	2.70	4.23	4.44	2.98	2.48	0.65	4.16
K^2O	5.24	4.72	5.86	7.19	4.20	3.78	4.50
TiO^2	0.19	0.13	0.47	0.31	0.19	tr.	0.08
P^2O^5	0.17	0.02	0.06	0.18	0.17	0.07	0.09
H^2O +	1.72	0.45	0.55	0.07	1.48	1.25	1.26
—	0.28	0.07	0.15	0.46	0.21	0.20	0.04
	100.31	100.23	100.17	100.34	100.48	100.22	100.63
Minéraux virtuels							
Quartz	34.74	21.22	12.96	28.98	41.04	59.76	26.04
Orthose	30.58	27.80	35 03	42.26	25.02	22.24	26.69
Albite	23.06	35.63	37.73	25.15	20.96	5.24	35.11
Anorthite	4.73	7.23	5.84	0.56	3.06	1.95	5.28
Corindon	0.71	0.51			4.39	6.73	
Sal	93.82	92.29	91.56	96.95	94.47	95.92	93.12
Fem	4.60	7.46	8.02	2.83	4.36	2.96	6.26
Or / Pl	1.1	0.6	0.8	1.6	1	3	0.65

Paramètres

I	II	III	IV	V	VI	VII
1.(3)4.(1)2.3	1'.4.'2.3'	1'.4(5).(1)2.3	1.3.1(2).3	1.2'.1(2).2	1.4.1.(2)3	1".4.(1)2.3

Granites.

Les trois granites, celui du Mendic, comme ceux du Sidobre et de l'Aigoual, ont les mêmes paramètres 1. 4. 2. 3. Ce sont des granites calco-alcalins.

Cependant, au point de vue de leurs *minéraux virtuels*, il y a de sensibles différences entre le granite du Mendic d'une part, ceux très semblables du Sidobre et de l'Aigoual, d'autre part.

Le premier, qui est hololeucocrate, est plus riche en quartz, plus pauvre en feldspaths et très pauvre en éléments ferro-magnésiens ; au point de vue de la nature des feldspaths, il est plus riche en orthose par rapport aux plagioclases. Le rapport

$$\frac{\text{Orthose}}{\text{Plagioclases}} > 1.$$

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Ce même rapport est inférieur à 1 dans les granites leucocrates du Sidobre et de l'Aigoual.

Le granite de l'Aigoual est le plus pauvre en quartz et se rapproche de la famille des syénites calco-alcalines, branche Plauénite.

Si l'on consulte les *minéraux réels* en plaques minces, on peut dire que le *granite du Mendic* contient : de rares lamelles de mica noir, chloritisé, des cristaux automorphes d'oligoclase-albite, du quartz bipyramidé, de grands cristaux de microcline. Il tend vers une granulite.

Dans des lignes de brisure nombreuses, la séricite et de fins quartz secondaires sont abondants.

Le *granite du Sidobre* (Peyro-Clabado) contient un peu de mica noir, un oligoclase-andésine zoné, du quartz à formes rétractées, de grands microclines faculés d'albite.

Le *granite de l'Aigoual* est assez riche en mica noir ; très riche en orthose ; il contient un peu d'oligoclase-andésine et assez peu de quartz.

En résumé, le granite du Mendic se distingue principalement des deux autres par une tendance à être plus alcalin, et par son état très cataclasé ; et il est permis de se demander si l'enrichissement en quartz qui le caractérise et l'apparition d'un peu d'alumine libre, ne proviennent pas, au moins partiellement, des phénomènes secondaires qui y ont fait naître en abondance après cataclase, la séricite et le quartz secondaire.

Injections laccolitiques liées aux granites du Mendic et du Sidobre.

Les analyses IV et VII peuvent être utilement comparées respectivement aux analyses I et II.

L'analyse IV est celle d'une sorte de microgranite cataclasé en bancs interstratifiés dans des schistes micacés, à l'Est du Col de Serviez ; c'est la roche que Bergeron avait désignée sous le nom de porphyroïde. Ses paramètres la rapprochent du granite du Mendic; seule, sa plus grande richesse en alcalis par rapport au calcium modifie le paramètre r, et la porte vers un type alcalin.

L'étude en plaque mince confirme cette particularité par l'absence apparente de plagioclases. Au premier temps, des cristaux de quartz étirés, tordus, parfois corrodés, de grands cristaux d'orthose, faculés d'albite, brisés avec fentes remplies de quartz et parfois nourritures de micropegmatite et d'albite. Le 2e temps est composé d'un mica blond, d'orthose et d'albite, de quartz, avec, par place, des traînées de mica blanc.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Ainsi l'orthose et l'albite y existent en abondance ; et les apports d'alcalis par pneumatolyse paraissent probables.

L'analyse VII du microgranite formant laccolite au voisinage du granite du Sidobre, près le Rolland, donne les mêmes paramètres que le granite auquel il est lié.

Mylonites d'arkoses au-dessus du Massif du Mendic.

Les analyses V et VI sont celles de deux mylonites schisteuses et arkosiennes de couleur verdâtre se débitant en dalles à surfaces lisses et comme savonneuses. Elles proviennent d'échantillons recueillis dans deux bancs différents, mais assez voisins.

Le premier (La Rode) contient des épaves d'orthose faculée d'albite, d'oligoclase-andésine, et de quartz dans une mouture fine de quartz et de séricite.

Le second (route Avène) ne contient presque plus que des épaves de quartz dans une même mouture.

Si on les compare à l'analyse I du granite du Mendic, ils se caractérisent par un enrichissement en quartz, un appauvrissement en feldspaths, l'apparition en abondance d'alumine libre, traits déjà notoires de l'échantillon de la Rode, encore plus marqués dans celui de la route d'Avène. Il y a eu départ d'alcalis, lavage du fer ; en plus de la séricitisation et de la kaolinisation des feldspaths, il semble qu'il y ait eu un triage plus ou moins prononcé par alluvionnement des quartz et des feldspaths d'une arène granitique expliquant pour deux bancs voisins les différences très sensibles constatées dans la richesse en quartz, en feldspaths et en corindon virtuels.

Ces constatations plaident en faveur de mylonites d'arkoses, bien plus que de mylonites de granites.

D'ailleurs dans leurs parties supérieures ces mylonites passent à des arkoses intactes, avec bancs à petits galets (col O. du Layrac).

En résumé, les analyses chimiques n'ont pas apporté d'éléments absolument probants pour établir une différence chimique profonde entre le granite probablement antécambrien du Mendic et les granites primaires du Sidobre et de l'Aigoual ; elles ont montré cependant des différences incontestables que l'on peut légitimement faire remonter à leur composition originelle.

En ce qui concerne les mylonites situées à la base de la série primaire et désignées autrefois sous le terme de blaviérite, l'analyse chimique les rapproche sans conteste d'arkoses laminées.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

La discordance Viséen sur Famennien près Taouz (Confins algéro-marocains du Sud)

par **G. Delépine**[1].

Planche VII

En 1932, M. L. Clariond découvrait au S du Tafilalet, au Djebel Begaa (Est de Taouz), des calcaires d'âge viséen, en discordance sur des formations d'âge famennien supérieur. Ce fait, rapproché de quelques autres, montrait qu'il y eut au Maroc des mouvements tectoniques antérieurs au Viséen, et cependant distincts des mouvements calédoniens[2].

En 1938, sous la conduite de M. Clariond, j'ai pu étudier au Begaa ces calcaires viséens à stratification voisine de l'horizontale, qui reposent sur les schistes et grès famenniens à *Laevigites laevigatus* fortement redressés.

Je donne ici d'abord la liste des fossiles récoltés dans les calcaires discordants sur le Famennien, puis une comparaison avec les formations de base du Carbonifère au Nord du Tafilalet ; une deuxième partie sera consacrée à la description des fossiles trouvés au Begaa.

Première partie

Le calcaire du Begaa, gris clair, à texture cristalline, contient, dans ses parties inférieures, de rares galets roulés de quartzite. Il est riche en organismes : Foraminifères (*Endothyra*, *Valvulina*), Encrines, Polypiers, Brachiopodes, Bryozoaires. Voici la liste de ceux que nous avons récoltés en 1938 :

Polypiers : *Michelinia*, *grandis* Mc Coy ; *Zaphrentis Koninckı* M. E. H. ; *Caninia cornucopiae* Mich., *cylindrica* Scouler, *patula* Mich. ; *Carruthersella compacta* Garw. ; *Clisiophyllum* sp. nov. ; *Cyathoclisia tabernaculum* Dingw[3].

1. Note présentée à la séance du 20 février 1939.

2. L. Clariond. *CR. Ac. Sc.*, t. 195, 1032, p. 717, et *C. R. Somm. S. G. F.*, 1933, p. 47.

3. A ces espèces, il faut ajouter un *Lithostrotion* déterminé par M. Pruvost et cité dans la Note publiée par Clariond en 1933. Nous avons récolté aussi un fragment mal conservé de Polypier composé, avec polypiérites étroits, qui pourrait appartenir au même genre.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Brachiopodes : *Schizophoria resupinata* Mart. ; *Daviesiella comoides* Sow. ; *Productus pustulosus* Phill., *mesolobus* Phill., *semireticulatus* Martin, *cora* (groupe *corrugatus* Mc Coy) ; *Reticularia lineata* Mart., *mesoloba* Phill. ; *Spirifer duplicicosta* Phill., *pinguis* Sow., *striatus* Sow. aff. *coplowensis* Park ; *Pugnax acuminata* var. *plicata* Sow.

De cet ensemble, *Daviesiella comoides*, *Spirifer striatus*, *Michelinia grandis*, *Carruthersella compacta*, *Cyathoclisia tabernaculum*, *Zaphrentis Koninckı*, forment une association que l'on rencontre communément dans le Viséen inférieur du NW de l'Europe, quand celui-ci est représenté par des calcaires néritiques de même type que ceux du Begaa.

C'est le cas notamment pour la faune des calcaires de Regnéville (Manche) et de Sablé, dans la région de Laval ; en Angleterre, ces mêmes espèces sont caractéristiques du Viséen inférieur en Westmoreland [1]. Quant à *Caninia cornucopiae* et *cylindrica*, ils sont connus dès le Tournaisien, de même que *Caninia patula* et *Productus mesolobus* ; toutefois ces deux derniers n'apparaissent qu'au Tournaisien supérieur. De ce mélange d'espèces déjà communes au Tournaisien supérieur et d'autres qui apparaissent seulement au début du Viséen, on peut conclure que les calcaires du Begaa sont d'âge viséen tout à fait inférieur.

En ceci, rien de nouveau. M. Clariond avait pu déjà fixer à cette date la transgression de la mer du Carbonifère aux environs de Taouz [2]. Vers le même temps, avec M. Roch, il découvrait que, dans le pays de Skoura (Grand-Atlas), la transgression date du Viséen supérieur [3]. Ces constatations sont semblables à celles qu'a illustrées H. Termier en marquant les étapes de la transgression viséenne dans le Maroc Central [4].

La base du Carbonifère se montre tout autrement à Erfoud au N du Tafilalet.

D'après Clariond, entre Taouz et Erfoud, le Carbonifère (Viséen et en quelques points Namurien) remplit une vaste cuvette. Les schistes et grès du Viséen supérieur ont livré, au Sud de Derkaoua : *Beyrichoceras micronotum* Phill., *obtusum* Phill., *Goniatites crenistria* Phill., *striatus* Sow. ; et un autre gisement : *Nuculoceras nuculum* Bisat., *Cravenoceras nitidum* Phill., *Anthraco-*

1. G. Delépine. La faune du calcaire de Regnéville et Contribution à l'étude de la faune du calcaire de Sablé. *Mém. Soc. Linn. Normandie*, 1930, fasc. 1 et 2. E. J. Garwood. The lower carboniferous succession in the N. W. of England. *Q. J. G. S.*, vol. 68, 1912, p. 449.
2. *C. R. Somm. S. G. F.*, 1933, p. 47.
3. Clariond et Roch. *CR. Acad. Sc.*, t. 195, 1932, p. 542.
4. H. Termier. Études géologiques sur le Maroc central, 1936, t. 1, p. 593.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

ras paucilobum PHILL., qui sont trois espèces caractéristiques des niveaux inférieurs du Namurien [1].

Au Nord de cette grande cuvette, le Dévonien reparaît à l'E et à l'W d'Erfoud. Au pied même du bordj d'Erfoud, les couches les plus élevées du Famennien (zone V, comme au Begaa) supportent le Dinantien, représenté par des schistes verts. On n'observe pas entre les deux formations une discordance angulaire comme au Begaa.

Dans les schistes verts, M. Clariond a découvert des goniatites à deux niveaux différents. Le niveau inférieur contient : *Munsteroceras parallelum* HALL, *crassum* FOORD, aff. *sphaeroidale* MC COY ; *Pericyclus princeps* DE KON., et aff. *rotuliformis* FOORD.

Au niveau supérieur, les principales espèces trouvées sont : *Munsteroceras euryomphalum* SCHIND., cf. *corpulentum* JONES, *Merocanites compressus* SOW., qui font ranger ce gisement dans le Viséen inférieur. Quant au premier, il contient, avec *M. parallelum* et *P. princeps* qui sont d'âge tournaisien supérieur, *M. crassum* qui, avec *M. sphaeroidale* et *P. rotuliformis*, est connu dans le Waulsortien d'Irlande à des niveaux limites entre Tournaisien et Viséen.

Les schistes verts d'Erfoud ont donc commencé à se déposer vers la fin du Tournaisien supérieur ; au Nord comme au Sud du Tafilalet, il existe une lacune stratigraphique correspondant à la plus grande partie du Tournaisien. Les différences sont dans le faciès : calcaire à Polypiers et à Brachiopodes dans la région de Taouz, schistes à goniatites à Erfoud ; et dans le mode de contact : apparente concordance à Erfoud, discordance angulaire au Begaa.

Dans la Saoura, N. Menchikoff [2] a trouvé les mêmes faciès à Goniatites et les mêmes niveaux : Tournaisien très élevé sur Famennien supérieur, sans discordance apparente. Sur toute l'étendue qui va du Sud de l'Atlas à la Saoura, il s'est donc produit entre le Famennien supérieur et le Viséen inférieur des mouvements épirogéniques qui expliquent une régression, puis une transgression de la mer [3]. Seulement, dans la région de Taouz,

1. Les fossiles du Viséen supérieur m'ont été communiqués par M. Clariond et quelques spécimens par MM. Fallot et Roch ; ceux du Namurien ont été trouvés au cours d'un voyage que j'ai fait au Tafilalet en 1937, en compagnie de M. Gubler.

2. N. MENCHIKOFF. Recherches géologiques et morphologiques dans le Nord du Sahara occidental (Thèse), 1930, p. 60-61.

3. Traces de ces mouvements au Tournaisien existent à travers toute l'Europe et le Nord de l'Afrique. Des mouvements épeirogéniques de cette ampleur ne peuvent se produire sans provoquer un gauchissement des surfaces, qui est le point de départ de poussées latérales. On conçoit que ces poussées se traduisent

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

ces mouvements ont provoqué la formation de plis serrés. Y avait-il là quelque chaînon ou massif plus ancien ? Le faciès calcaire à Polypiers et à Brachiopodes, la présence de galets quartzeux à la base de la formation, indiquent que la mer y a trouvé, au Viséen inférieur, une topographie très différente de celle du vaste territoire qu'elle venait de recouvrir au N, au S, et au SE de ce point.

Cette donnée, tirée de la différence des faciès, mène à interpréter la discordance du Begaa comme l'a fait H. Termier[1], qui y voit l'effet d'un mouvement d'âge tournaisien, mais localisé, se manifestant depuis Taouz dans la direction de l'Ougarta.

Deuxième partie.

Je ne donnerai pas ici la description détaillée de toutes les espèces trouvées au Begaa, mais seulement une référence bibliographique permettant d'identifier les formes que j'ai citées dans la première partie. Cependant, en ce qui concerne les Polypiers, j'ajouterai une description succincte des espèces qui sont moins connues, ainsi que des formes qui paraissent nouvelles ; les unes et les autres sont figurées sur la planche qui accompagne la présente étude.

Brachiopodes

Schizophoria resupinata Martin, voir Davidson : Brit. Carboniferous Brachiopoda. *Pal. Soc. London*, 1858-1863, 6 pl. XXX, fig. 1.

Daviesiella comoides Sowerby. Le spécimen récolté au Begaa est en médiocre état de conservation. On peut y reconnaître toutefois les caractères des spécimens décortiqués qui ont été décrits dans le Calcaire de Regnéville (Manche). Voir Delépine. *Mém. Soc. Linn. de Normandie* n. s., I, fasc. 1, 1930, p. 10, pl. 1, fig. 1b.

Productus pustulosus Phill. *in* I. Thomas : Brit. Carbon. Producti. *Mem. Geol. Surv.* 1914, p. 26, pl. XVIII, fig. 1-3.

Productus mesolobus Phill. *in* I. Thomas, *op. cit.*, p. 327, pl. XX, fig. 18-21.

Reticularia mesoloba Phill. Geol. of Yorkshire, 1836, pl. X, fig. 14.

Spirifer duplicicosta ? Phill. *in* Davidson, *op. cit. Pal. Soc.* Suppl., pl. L, fig. 7.

Spirifer aff. ***coplowensis*** Park. Voir Parkinson : Faunal succession in the Carbon. Limestone at Clitheroe *Q. J. G. S.*, vol. 82, 1926, p. 233, pl. XV, fig, 1.

Pugnax acuminata var. ***plicata*** Sow. *in* Parkinson, *op. cit.*, p. 236, pl. XIV, fig. 3.

localement par des redressements de couches, ou même par la formation de plis, dans les points où un accident antérieur fait obstacle à leur propagation.

1. H. Termier, *op. cit.*, 1936, t. 1, p. 673-675.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Polypiers

Michelinia grandis Mc Coy, 1851, Brit. Palaeozoic fossils, p. 81, pl. III c, fig. 1. Cette espèce est, d'après Garwood (*Q. J. G. S.*, vol. 68, 1912, p. 452), un des fossiles caractéristiques du Viséen inférieur du NW de l'Angleterre. D'après le tableau que cet auteur donne, la zone à *Michelinia grandis* correspond à la zone C2 de Vaughan dans le SW de l'Angleterre, c'est-à-dire au Viséen inférieur représenté dans le Bassin franco-belge par le marbre noir de Dinant et de Bachant à *Daviesiella comoides* et le calcaire oolithique à *Productus sublaevis*.

Zaphrentis Koninckı M. E.-H. *in* Salée : Polypiers du Calcaire carbonifère de la Belgique, 1910, pl. IX, fig. 2. Voir aussi Delépine : Faune du Calcaire de Sablé, *Mém. Soc. Lin. de Normandie*, 1930, p. 29, pl. III, fig. 3-4, où l'extension verticale de cette espèce est indiquée. Garwood, *op. cit.*, pl. 49, fig. 4, la figure également parmi les fossiles du Viséen inférieur du NW de l'Angleterre. Au Begaa, nous en avons récolté six exemplaires, dont deux ont été figurés sur la planche VII, fig. 13-14.

Caninia cornucopiae Mich. emend. Carruthers, 1908. A revision of some Carbon. Corals, *Geo. Mag.*, dec. V, vol. V, p. 160, pl. VI, fig. 1 ; et Salée, *op. cit.*, p. 20, pl. 1, fig. 3, spécimen dont la coupe correspond à celle du spécimen du Begaa figuré par nous (Pl. VII, fig. 12).

Caninia cylindrica Scouler emend. Salée, *op. cit.*, p. 27, pl. II, fig. 1-7. On trouve au Begaa de nombreux exemplaires de cette espèce.

Caninia patula Mich. emend. Salée, *op. cit.*, p. 39, pl. VI, fig. 2 f. : ce spécimen est celui qui correspond le mieux au seul exemplaire, d'ailleurs incomplet, que j'aie récolté au Begaa.

Carruthersella compacta Garwood.

Planche VII, fig. 10 et 11.

Garwood *in Q. J. G. S.*, vol. 68, 1912, p. 555, pl. 48, fig. 1.

Les *Carruthersella* sont des Clisiophyllides dont la columelle est caractérisée par un épaississement considérable des lamelles tangentielles en même temps que par le grand nombre de lamelles radiaires. Ce caractère a été bien mis en évidence à la fois par Garwood et par Salée[1].

Le spécimen de Begaa est plus grand que le type figuré par Garwood : le diamètre atteint 20 mm. à peu de distance sous le calice. Le nombre des septa est de 42 pour ce diamètre, tandis que le type de Garwood en possède seulement 30 pour un diamètre de 10 mm. A la différence de taille, peut être également attribué l'allongement plus grand des intersepta chez notre spécimen.

La zone externe vésiculeuse n'est guère visible. C'est le cas

1. A. Salée. Le groupe des Clisiophyllides *in Mém. Inst. Géol. Louvain*, I, 1913, p. 272.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

également pour les autres espèces de Polypiers simples que nous avons récoltés au Begaa : la surface de la plupart est décortiquée par abrasion.

Carruthersella compacta en Angleterre provient du sommet de la zone à *Seminula gregaria* de Garwood (*op. cit.*, 556). Ceci correspond à un niveau tout à fait inférieur du Viséen, comme le montre l'échelle établie par Garwood (*ibid.*, p. 452)[1].

Cyathoclisia tabernaculum Dingwall.

Planche VII, fig. 1 à 7.

Dingwall. *Q. J. G. S.*, vol. 82, 1926, p. 12, pl. I-III.
Delépine. *Mém. Soc. Lin. de Normandie*, I, 1930, fasc. 1, p. 7, pl. I, fig. 6 ; fasc. 2, p. 34, pl. III, fig. 14.
L. Smyth. *Proc. of the R. Irish Acad.*, vol. 39, 1930, pl. XVII, fig. 1.

Cette espèce est la plus commune parmi les Clisiophyllides au Begaa, où elle est représentée par des spécimens de toutes tailles, certains atteignant 30 mm. de diamètre à la hauteur du calice (voir fig. 1-2). Mais la plupart sont décortiqués, la zone externe vésiculeuse étant entièrement enlevée par abrasion (fig. 3, 4 et 5).

La zone moyenne est traversée par les septa, au nombre de 60 (pour un diamètre de 30 mm.), renforcés par du stéréoplasme, tandis que leurs prolongements dans la zone externe ne le sont pas (voir fig. 1). Il y a des intersepta.

Dans la zone centrale, il existe une plaque allongée dans le prolongement de la fossette ; tout le reste de la columelle est fait d'un enchevêtrement de lames tabulaires (tangentielles) et de lamelles septales, ces dernières continuant les septa majeurs suivant un trajet hélicoïdal.

Miss Dingwall a montré combien cette espèce est sujette à de multiples variations dans le dessin et en a figuré de nombreuses. C'est la raison pour laquelle j'ai figuré ici également plusieurs spécimens : chez un de ceux-ci (fig. 4) la coupe intéresse la zone centrale à un étage où les lamelles septales prédominent, apparaissant en une série de traits concentriques emboîtés ; la columelle en ce cas a une structure presque identique à celle d'un *Clisiophyllum* s. str.

Dans les coupes verticales, Miss Dingwall a distingué deux types, chacun caractérisé par une allure différente des planchers : les coupes verticales de deux de nos spécimens (fig. 2 et 7) cor-

1. A. Salée. (*op. cit.*, p. 273) a commis sur ce point une erreur en écrivant que l'espèce de Garwood provient du Tournaisien supérieur.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

respondent à son type de Howth, où les planchers se soulèvent en dôme au centre (Dingwall, *op. cit.*, pl. III, fig. 7).

Répartition verticale : *Cyathoclisia tabernaculum* a été trouvé et décrit d'abord de couches appartenant à la partie la plus élevée du Tournaisien, dans le SW de l'Angleterre. Depuis, L. Smyth l'a découvert en Irlande au niveau du Viséen inférieur. En France, il en existe dans le calcaire de Regnéville une forme extrêmement simple ; il a été trouvé aussi par M. Milon dans le calcaire de Quenon (Ille-et-Vilaine) ; l'un et l'autre gisement sont du Viséen inférieur. Dans le Nord de la France, il a été récolté, également dans le Viséen le plus inférieur, près d'Avesnes [1]. La découverte de cette espèce au Begaa agrandit singulièrement son aire d'extension géographique.

Clisiophyllum sp. nov.

Planche VII, fig. 8.

Je figure seulement la coupe transversale d'un Polypier simple, de la famille des Clisiophyllides, que je ne puis rattacher à une espèce déjà connue du genre *Clisiophyllum*. En voici la diagnose :

Zone centrale : columelle légèrement comprimée, formée d'un réseau dense de lames tabulaires et de lamelles septales, celles-ci prédominantes, particulièrement serrées à la périphérie.

Zone moyenne : 42 septa pour un diamètre de 20 mm. ; ils sont réunis par des dissépiments dessinant un réseau lâche de vésicules irrégulières. Pas d'intersepta, ce qui distingue ce Polypier des autres Clisiophyllides récoltés par nous au Begaa.

Zone externe : en partie seulement conservée, formée de vésicules larges entre lesquelles les septa ne se prolongent pas.

Je n'ai pu obtenir de coupe longitudinale, mais seulement une surface polie sur un court espace, où l'on voit des planchers serrés avec un bombement central.

Clisiophyllum.

Planche VII, fig. 9.

Ce *Clisiophyllum* diffère du précédent par la présence d'intersepta. Il possède une columelle faite d'un enchevêtrement de lames septales.

1. G. Delépine. Sur la présence de *Cyathoclisia tabernaculum* à la base du Viséen de l'Avesnois. *A. S. G. N.*, LV, 1930, p. 27. M. Carpentier en avait, dès 1913, figuré un exemplaire sous le nom de *Clisiophyllum* (*Mém. Soc. Géol. Nord*, VII, pl. V, fig. 10).

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Ces traits rappellent les caractères de *Clisiophyllum curkeenense* Vaughan et de *Clisiophyllum modavense* Salée [1], mais son état incomplet de préservation ne me permet pas de l'identifier avec l'une ou avec l'autre de ces espèces.

1. Voir Salée, Les Clisiophyllides, 1913, pl. V, fig. 1-3.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VII

Fig. 1-2. — *Cyathoclisia tabernaculum* Dingwall.
1. Coupe transversale près du calice, gr. 1,7.
2. Coupe longitudinale, gr. 1,8.

Fig. 3-4 et 5. — *Cyathoclisia tabernaculum*. Coupes transversales de trois spécimens où manque la zone périphérique.

Fig. 6-7. — *Cyathoclisia tabernaculum*.
Coupe transversale, gr. 1,8 et coupe longitudinale, gr. 1,4.

Fig. 8. — *Clisiophyllum*, sp. nov., gr. 2.

Fig. 9. — *Clisiophyllum*, gr. 2.

Fig. 10-11. — *Carruthersella compacta* Garwood.
10. Coupe transversale, gr. 2.
11. Coupe longitudinale, gr. 1, 8.

Fig. 12. — *Caninia cornucopiae* Mich. emend. Salée.
Coupe transversale, gr. 1, 6.

Fig. 13. — *Zaphrentis Koninckı*. M. E.-H.
Coupe transversale, gr. 1,6.

Fig. 14. — *Zaphrentis Koninckı*. M. E.-H.
Coupe transversale, gr. nat.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Synthèse de minéraux par la détonation d'explosifs brisants et par pneumatolyse

par **Albert Michel-Lévy** [1].

Planche VIII

L'étude des luminosités produites par la détonation des explosifs brisants dans l'air et dans différents gaz, que je poursuis depuis quelques années en collaboration avec M. l'Ingénieur général des Poudres H. Muraour, à l'aide de la micropyrotechnie, m'a conduit à entreprendre des essais de synthèse de minéraux par voie gazeuse.

La détonation de tels explosifs dans certains gaz donne des luminosités dont la brillance est considérable, correspondant à des températures et à des pressions très élevées.

Des corps intimement mélangés à ces explosifs sont portés à l'état gazeux. On va voir que le recuit sous pression pendant quelques jours des atmosphères ainsi enrichies en atomes ionisés divers, conduit à des combinaisons chimiques variées qui se condensent le plus souvent sous forme cristalline.

Les cristaux qui naissent ainsi sont de très petite dimension mais ils ont parfois des formes parfaites. Ils apparaissent suivant un ordre déterminé et peuvent engendrer des agrégats qui constituent de véritables roches [2].

Les explosifs utilisés. — Les luminosités de leur détonation ; leur étude spectrale.

Les explosifs les plus utilisés ont été l'azoture de plomb, l'hexogène, comme explosifs solides, le mélange de tétranitrométhane et de toluène à combustion complète comme explosif liquide.

L'étude photographique de la détonation de granules d'azoture de plomb disposés en colliers sur des cales de verre, ou de tétranitrométhane que l'on a fait couler dans des rainures circulaires de petits blocs cylindriques de laiton, a montré que la ren-

1. Note présentée à la séance du 20 février 1939.

2. Voir *CR. Ac. Sc.*, t. 206, 1938, p. 261 (en collaboration avec J. Wyart), *idem.*, t. 208, 1939, p. 293.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

contre de trains d'ondes de choc dont la vitesse au départ de l'explosif est de l'ordre de 6.000 à 8.000 mètres-secondes, est génératrice de luminosités.

Lorsqu'on opère au sein de gaz, on se rend compte que *la brillance de ces luminosités est principalement fonction de ces gaz* : dans l'acide carbonique, gaz triatomique, les luminosités sont très faibles, dans l'argon, gaz monoatomique, très dense, les luminosités sont considérables. Elles semblent croître lorsque décroît la chaleur spécifique des gaz entourants ; à chaleur spécifique égale, elles croissent avec la densité, comme le montre la comparaison dans l'hélium et dans l'argon.

Des photographies de disques tournant à 10.000 tours devant la détonation, ou l'emploi de films sur tambour tournant à 90 mètres-secondes (appareil Séguin), montrent la *brièveté* de ces éclats lumineux majeurs : leur durée est de 3 millionièmes de seconde.

Une étude comparative approchée, à l'aide d'une lampe étalon de mille bougies, indique une *brillance* supérieure à la brillance solaire.

Ces luminosités sont très riches en radiations infra-rouges et ultra-violettes. Les spectres obtenus en visant à diverses places de l'éclat lumineux provoqué par la détonation dans l'argon sont caractéristiques de *très hautes températures*. Ce sont ou des spectres continus allant très loin dans l'ultra-violet ou, lorsque l'on met un métal en suspension dans l'atmosphère d'argon, des spectres de raies indiquant un haut degré d'excitation et s'apparentant aux spectres que donne le fil métallique éclaté sous un courant de 10.000 volts (Anderson) ou l'étincelle sous l'eau.

En aucun cas, les spectres obtenus n'ont été comparables à des spectres de flamme.

De recherches en cours et non encore terminées, poursuivies avec M. Wassy, tendant au calcul de la répartition énergétique dans le spectre continu, il ressort que les températures atteintes dans la détonation d'un explosif brisant doivent être supérieures à 10.000°.

Ainsi les luminosités étudiées résultent principalement de la compression du milieu entourant par l'onde de choc. La combustion des gaz de l'explosion y entre pour peu de chose.

Mélanges d'explosifs et de matières minérales.

Des diverses constatations précédemment exposées on a pu conclure que la détonation d'un explosif brisant devait porter les

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

éléments placés à son contact immédiat et soumis à l'onde de choc à de très hautes compressions, de l'ordre de plusieurs dizaines de tonnes, et, au milieu de certains gaz, à de très hautes températures. J'ai pensé que, malgré le temps très court d'application de ces pressions et de ces températures, il pourrait être intéressant de soumettre à leurs effets des minéraux, des roches ou leurs principaux éléments chimiques réduits en poudres fines, mêlées à l'explosif. Si le poids des corps en mélange ne dépasse pas le quart du poids de l'explosif (hexogène), les effets lumineux ne sont pas sensiblement altérés ; on peut en conclure que les températures ne sont pas sensiblement réduites.

Dans de premiers essais, j'ai simplement fait détoner de tels mélanges à l'intérieur d'une bombe en acier de grande capacité ; à l'ouverture de la bombe, quelques minutes après la détonation, un nuage de matière impalpable s'élevait dans l'atmosphère et sur les parois froides de la bombe on pouvait recueillir, à l'aide d'un pinceau, une très fine poussière qui s'est montrée, au microscope, composée de petites sphères parfaitement régulières d'un verre bulleux, transparent, de dimensions variées, allant d'une fraction de micron à quelques microns (Pl. VIII, fig. 1).

Espérant que le recuit sous pression du nuage de matières ainsi divisées jusqu'à l'atome permettrait une condensation lente en produits cristallisés, j'ai utilisé de petites bombes en acier de 80 mm. de diamètre sur 150 mm. de longueur, que l'on peut introduire dans un four électrique ; la capacité de la chambre de détonation est de 5 cm. cubes ; la quantité d'explosif introduite est de 1 gr. 5 ; la pression répartie sur toute la surface intérieure au moment de la détonation est d'environ 4.000 kg. par centimètre carré ; pour descendre, pendant le recuit, aux environs de 500°, à quelques centaines de kilogs.

Deux difficultés ont dû être surmontées : la recherche de l'étanchéité aux gaz sous haute pression, celle de la résistance de la bombe dont les parois insuffisamment épaisses se déformaient et se fendaient. L'étanchéité a été réalisée par l'emboîtement de deux tubes de laiton, fermés à un bout, engagés l'un dans l'autre en les opposant et enfoncés au centre de la bombe ; au passage de l'onde de choc provenant de la détonation, le tube intérieur est intimement appliqué sur le tube extérieur.

Dès les premières expériences faites avec ce dispositif, des recuits de 3 à 5 jours, entre 400° et 600° donnèrent des résultats favorables ; le haut du tube, vers la paroi froide, étant trouvé, après ouverture de la bombe par sciage, tapissé d'un feutrage de fins cristaux ; leur détermination que rendait difficile leur

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

faible dimension (au maximum 1 mm. 5 de longueur sur quelques centièmes de mm. de largeur) ne put être assurée qu'en associant les techniques de l'optique microscopique, de la microchimie et surtout celle des rayons X pour laquelle M. Wyart a bien voulu m'apporter sa précieuse collaboration. Un fait important pour l'expérimentation apparut alors ; le métal des parois de la chambre d'explosion entrait en abondance dans l'atmosphère gazeuse produite. Le zinc du laiton donnait des cristaux de *zincite* et s'il y avait de la silice introduite, des cristaux de *willémite* (fig. 2, Pl. VIII) ; avec l'acide carbonique restant naissait de la *smithsonite*. Avec des parois d'aluminium, naissait en abondance du *nitrure d'aluminium* et du *carbonate d'aluminium* ; des parois d'acier, de la *magnétique* ; des parois de nickel, du *nickel magnétique* $Ni^3 O^4$; ce sont les parois de cuivre rouge et surtout celles d'argent qui paraissent les moins aptes à produire des combinaisons avec les éléments essentiels des minéraux des roches. De nombreuses perles métalliques se condensent et se retrouvent au milieu de la matière cristalline produite, sans gêner l'observation. Donc, actuellement, un troisième tube bouché à ses deux extrémités, en argent, est placé au centre des deux tubes de laiton qui subsistent pour assurer l'étanchéité.

De meilleurs résultats ont été obtenus en remplissant d'argon la chambre de détonation. C'est ainsi qu'a été réalisée la synthèse de l'orthose et de l'albite. Un mélange d'hexogène, de silice précipitée, d'alumine et de carbonate alcalin, a donné naissance à des associations cristallines où l'on a reconnu des minéraux solubles dans l'eau (azotates): des minéraux faisant une vive effervescence avec l'acide chlorhydrique (carbonates), enfin des minéraux insolubles dans l'acide azotique (silicates). Des plaques minces faites dans les croûtes qui ont résisté à cette dernière attaque, montrent des associations en sphérolites à croix noire de fibres d'orthose (fig. 3, pl. VIII), si l'on est parti du carbonate de potassium, de fibres d'albite si l'on est parti du carbonate de sodium (fig. 4, pl. VIII), qui ressemblent à des pyromérides naturelles. Réfringence, biréfringence et diagrammes de rayons X ont assuré avec une absolue sécurité ces déterminations.

Premiers résultats.

Les essais réalisés jusqu'à ce jour ont permis la synthèse des minéraux naturels suivants : graphite ; parmi les oxydes : zincite, magnétite, nickel magnétique ; parmi les carbonates : calcite, smithsonite ; parmi les silicates : willémite, orthose et albite.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

La conservation de la pression facilite grandement la cristallisation. Il est à noter que la zincite, la magnétite, la willémite, la smithsonite ont cristallisé en individus cristallins bien formés ; l'orthose et l'albite seulement en fibres associées en sphérolites.

Cette méthode qui procède en portant d'abord la matière à l'état gazeux à très haute température et à un niveau électronique élevé, fait songer aux origines de la terre dont les matériaux condensés proviennent de la nébuleuse solaire où la matière se trouvait dans un état probablement analogue ; les spectres des protubérances de la couronne solaire, ceux des « novæ » semblent correspondre à des phénomènes explosifs de grande brisance, avec des vitesses de luminosités de 1.250 kilomètres-secondes dans ces dernières (Nova de l'Aigle 1918).

Il nous semble qu'elle apporte aussi de nouveaux et puissants arguments en faveur de l'hypothèse qui attribue aux déplacements de matières à l'état gazeux et à la genèse des minéraux par pneumatolyse dans les roches éruptives une place de toute première importance bien que non exclusive ; la feldspathisation dans le métamorphisme de contact, le remplissage par les aplites et les pegmatites des fentes de retrait formées à la voûte des granites, les injections dans les séries cristallophylliennes ou migmatisations au voisinage des granites profonds, sont des phénomènes justement attribués par d'aucuns de nos illustres devanciers aux déplacements de matière à l'état gazeux et à la genèse cristalline avec le concours de la pneumatolyse ; d'ailleurs l'existence de gaz lors de la formation des quartz des granites et des gneiss n'est-elle pas amplement prouvée par ces témoins que sont les inclusions d'acide carbonique liquide à libelle mobile restées emprisonnées dans leur sein et que l'on y trouve de façon absolument constante.

Je ne suis pas éloigné de penser qu'une source toujours renouvelée de l'énergie nécessaire pour porter la matière à l'état gazeux et la rendre ainsi facilement déplaçable, peut être trouvée dans des phénomènes explosifs profonds, comme dans ceux du volcanisme de surface ; en effet les corps qui restent constamment à l'état gazeux en mélange dans les magmas silicatés profonds, Hydrogène, Oxygène, Azote, Acide carbonique, Chlore, etc., sont susceptibles de former, surtout en présence de métaux, des combinaisons chimiques que certaines conditions physiques de température et de pression peuvent rendre explosives. Les explosions en profondeur ne peuvent être décelées par le bruit. Les détonations en micropyrotechnie qui sont si bruyantes à l'air libre, sont silencieuses dans les bombes closes. Par contre,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

rien ne dit que parmi les si nombreuses ondes séismiques qui parcourent la lithosphère, certaines ne proviennent pas d'explosions en profondeur.

Il n'y aurait d'ailleurs là dans le globe terrestre qu'une persistance tardive et atténuée des phénomènes explosifs de grande brisance qui paraissent bien démontrés dans les protubérances solaires et les novæ.

M. **René Perrin** admire profondément et la conception et l'exécution des belles recherches de M. Michel-Lévy, mais il ne pense pas, comme paraît le faire leur auteur, qu'elles viennent à l'appui des théories à base de fumerolles ou de pneumatolyse. Dans ces expériences où sont atteintes des températures de 14.000° et des pressions de 4.000 atmosphères, tous les corps sont à l'état gazeux et sans doute, comme le signale M. Michel-Lévy, à l'état atomique ; il semble difficile d'en tirer des conclusions relatives, par exenple, à la genèse de cristaux d'orthose à l'intérieur de roches restées indubitablement solides et ceci dans l'auréole de contact d'un granite dont la température de formation est vraisemblablement d'un ordre de grandeur de 500°, comne l'estime M. Michel-Lévy.

Il apparaît comme probable et dès maintenant certain que la synthèse de mêmes minéraux peut être effectuée dans quelques cas par des modes très différents ; la synthèse de l'albite réalisée entre gaz par M. Michel-Lévy a été réussie entre solides par Day et Allen. Il semble donc qu'en dernier ressort c'est l'observation géologique propre, l'observation de détail qui doit pouvoir permettre de faire le choix entre les différentes hypothèses possibles.

De toutes façons, il faut féliciter vivement M. Michel-Lévy pour avoir réalisé un mode nouveau et original de synthèse qui peut être riche en enseignements.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VIII

Synthèse de minéraux par détonation d'explosifs brisants et pneumatolyse.

Fig. 1. — Sphérules de verre ponceux provenant de la détonation d'hexogène avec poudre d'olivine, sans recuit. Gross. × 100.

Fig. 2. — Willémite en partant de Silice précipitée avec recuit dans un tube de laiton. × 100.

Fig. 3. — Sphérolites d'orthose entre Nicols croisés. × 75.

Fig. 4. — Sphérolites d'albite entre Nicols croisés. × 60.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Remarques sur la flore de quelques gisements jurassiques

par **Alfred Carpentier**[1].

Planche IX.

I. Gisements kimméridgiens du Bugey.

1. *Zamites Feneonis* Brongn.

Dès 1873 le marquis de Saporta donnait cette espèce comme caractéristique de la flore de l'horizon de Cerin et la signalait dans les divers gisements du Haut et du Bas-Bugey. Ce n'est sans doute, comme le pense M. Seward [2], qu'une forme à rattacher au *Williamsonia* (*Zamites*) *gigas* L. et H. sp. Il serait intéressant de pouvoir faire l'étude comparée des cuticules ; mais les belles empreintes de frondes recueillies dans les schistes bitumineux d'Armaille, d'Orbagnoux (Ain) n'ont jusqu'ici fourni que de mauvais fragments de cuticules [3].

Des recherches effectuées par le Dr Henninot dans les bancs calcaires supérieurs des carrières de Creys (Isère) l'ont amené à découvrir quelques frondes de ce *Zamites*, dont le limbe se détache de la roche en fines lames ressemblant à des lambeaux d'étoffe (pl. IX, fig. 1) ; en nettoyant ces fragments par un acide faible on obtient des cuticules qui permettent de juger de la disposition des stomates et de leur structure : ils sont disposés en ordre, normalement à la direction des nervures ; chaque appareil stomatique comprend deux cellules stomatiques, dont l'ostiole est bordé par deux lignes fortement épaissies ; la membrane externe des deux cellules annexes est épaissie en croissant ; les cellules annexes ne recouvrent que partiellement les cellules stomatiques ; les parois des cellules épidermiques sont sinueuses (pl. IX, fig. 2 et 3). Cette structure est conforme à celle du

1. Note présentée à la séance du 20 février 1939.

Je remercie M. Dubiez, de Belley, qui m'a guidé sur le terrain ; M. l'abbé Coux, du Collège de Belley, M. le Dr Henninot, de la Faculté libre de Lille, qui m'ont aidé dans mes recherches ; les spécimens décrits ont été trouvés par le Dr Henninot.

2. A. C. Seward. The Jurassic Flora. Yorkshire, I, p. 178, 180, 1900 (*Catalogue Mesozoic Plants British Museum. Nat. Hist.*).

3. Cf. *Bull. Soc. Linnéenne de Lyon*, n° 6, 1938, p. 174.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Z. gigas, d'après la description de M. Harris [1] ; la disposition des stomates, leur structure ressemblent bien à celles du *Zamites Schmiedelii* Andrae, telles que M. Thomas [2] les a fait connaître.

Ce dernier *Zamites* est étroitement allié, sinon identique au *Z. gigas*.

2. Cf. ***Pachypteris lanceolata*** Brongn. sp. Pl. IX, fig. 4-6.

Portion de limbe très fragmentaire (fig. 4), mais ressemblant à certaines pinnules lobées du *Pach. lanceolata*, d'après quelques figures données par M. Seward [3].

Les cuticules sont bien conservées : le bord du limbe offre une marge étroite de cellules à membranes épaisses ; des traînées de cellules à parois épaisses, plus larges que longues, indiquent l'emplacement de nervures ; entre ces traînées bien régulières des plages stomatiques occupent des dépressions ; ces plages montrent des appareils stomatiques dirigés dans tous les sens ; des cellules à parois épaissies (5 ou 6) entourent l'ostiole externe et forment un cadre.

La disposition d'ensemble rappelle celle du *Cycadopteris jurensis* Sch. sp., illustrée par M. Hirmer [4], mais l'appareil stomatique paraît différer.

Comme M. Seward [5] en a fait la remarque, certaine forme du *Pach. lanceolata* offre une ressemblance frappante avec le *Scleropteris Pomelii* de Saporta, du Corallien de Verdun. Une espèce voisine (*Sc. compacta*) est signalée par de Saporta dans le Kimméridgien du Bugey.

3. G. ***Goniolina*** d'Orb. Pl. IX, Fig. 7.

Je rapporte à ce genre d'algue calcaire siphonée [6] une empreinte mal conservée d'Orbagnoux (Ain). Le fossile est dans l'ensemble ovoïde, ressemblant au *G. geometrica* d'Orb., tel que le figure de Saporta [7] ; il est toutefois plus grand, mesurant 6 sur 3,5 cm. ;

1. Harris. The fossil flora of Scoresby Sound East Greenland. *Meddelelser om Gronland.* Bd. 85, Nr 3, pt. 2, p. 97, fig. 39. A-C. 1932.

2. H. Hamshaw Thomas. Further observations on the cuticle structure of Mesozoic cycadean fronds. *Linnean Society's Journal. Botany*, vol. XLVIII, p. 400, April 1930.

3. Seward. The Jurassic Flora. I, p. 174, 1900.

4. Hirmer. Zur Kenntnis von Cycadopteris Zigno. *Palæontographica*, LXVI, S. 147-150, pl. IX, 4, 1924.

5. Seward, *loc. cit.*, 1900, p. 175.

6. Cf. W. N. Edwards. On the algal nature of *Aroides stutterdi* Carruthers. *Ann. and Magazine Nat. Hist.*, sér. 10, vol. I, p. 79, pl. III, 1928.

7. De Saporta. Plantes jurassiques, t. IV, pl. XXX-XXXIV, 1891.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

l'alignement des aires hexagonales ressort nettement. Comme M. Edwards[1] en a fait la remarque, le genre *Goniolina* entendu *stricto sensu* est connu de l'Oxfordien supérieur au Kimméridgien supérieur, étant plus commun dans les étages inférieur et moyen du Kimméridgien.

De Saporta[2], qui a signalé le *G. geometrica* dans le Kimméridgien de Porrentruy (Suisse), ne le mentionne pas dans le Bugey ; il est toutefois probable que le fossile de Cerin, attribué par lui à l'*Aroides cirinica*, est une algue calcaire appartenant au genre *Goniolina* ou au genre voisin *Stichoporella* Pia.

II. Faciès a plantes d'Auxey, près Beaune (Côte-d'Or).

Le faciès corallien d'Auxey est très particulier : « La roche fossilifère, écrit de Saporta, est dans certains cas très dure ; elle passe dans d'autres à un grès pulvérulent ; elle est parsemée de vacuoles... »[3].

La flore, d'après de Saporta[4], comprend des fougères, des cycadophytes et un genre spécial (g. *Changarniera*) que ce paléobotaniste a placé parmi ses Proangiospermes.

Un lot de fossiles, provenant du même gisement et conservé dans les collections de la Faculté libre des Sciences de Lille, compte à côté de fossiles marins, de nombreux débris de plantes :

1. Des fougères, entres autres le *Stachypteris lithophylla* Pom. déjà signalé par de Saporta ; d'après M. Thomas, les *Stachypteris* se placeraient entre les Cyathéacées et les Schizéacées[5].

2. Quelques fragments de rameaux de conifère (g. *Pagiophyllum*).

3. Plusieurs frondes de cycadophyte (*Zamites Feneonis* Brong.) dont l'abondance est soulignée par de Saporta[6].

4. Des empreintes identiques à celles du genre *Changarniera*.

Remarques. « Après un examen des plus attentifs, nous pensons, écrit de Saporta au sujet des *Changarniera*, que dans l'immense majorité des cas, les échantillons se rapportent à des

1. Edwards, *loc. cit.*, p. 80.
2. De Saporta. Notice sur les plantes fossiles des lits à poissons de Cerin, p. 49. Savy, Paris, 1873.
3. De Saporta. Plantes jurassiques, t. IV, p. 240. Paléontologie française. 2e sér., Végétaux. Masson, 1891.
4. *Id. ibid.*, p. 236-259.
5. H. Hamshaw Thomas. *Stachypteris Hallei*, a new jurassic fern. *Proc. Cambridge Phil. Soc.*, XVI, p. 613, 614. July 1912.
6. De Saporta, *ibid.*, p. 243.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

feuilles et la plus petite partie à des tiges striées et cannelées et facilement compressibles d'un seul et même végétal... »

Les empreintes de type *Changarniera* me paraissent se rapporter, en partie du moins, à des moulages de bractées et d'axes (pédoncules fructifères) de *Williamsonia* [1] ; on sait que les feuillages connus sous le nom de *Zamites Feneonis* se rapportent au *Williamsonia gigas* Brongn. sp. [2].

Les rachis des frondes du *Zamites* en question offrent en petit les mêmes moulages que les bractées ou les pédoncules des *Changarniera*.

On ne peut admettre l'opinion de Saporta qui plaçait le genre *Changarniera* parmi les « proangiospermes », groupe d'angiospermes primitives ou de nature indéterminée [3].

Résumé.

1. L'étude comparée des cuticules du *Zamites Feneonis* du Kimméridgien de Bugey avec celles du *Z. gigas*, amène à conclure à l'identité de ces deux *Zamites*, opinion déjà exprimée par M. Seward.

2. Des cuticules bien conservées ont été prélevées sur des segments lobés de pennes, comparables au *Pachypteris lanceolata* ou à certaine forme du *Scleropteris Pomelii* : la disposition générale rappelle celle des *Cydadopteris* ; la structure des appareils stomatiques paraît toutefois différer.

3. Dans les schistes kimméridgiens d'Orbagnoux une empreinte d'algue calcaire, ressemblant au *Goniolina geometrica* est signalée. Le fossile antérieurement attribué par de Saporta au genre *Aroides* (*A. cirinica*) est sans doute une algue calcaire siphonée.

4. Dans le Corallien d'Auxey (Côte-d'Or), une partie des empreintes que de Saporta désignait sous le nom de *Changarniera*, doit se rapporter à des moulages de bractées, de pédoncules, du *Williamsonia gigas*.

1. Cf. Seward. The Jurassic Flora. Yorkshire. I, p. 184-187 ; pl. VII, 1900. — *Fossil plants*, III, p. 426, fig. 543, 1917.

2. Seward, *ibid.*, p. 533.

3. De Saporta. Plantes jurassiques, IV, p. 237, note infrapaginale. — Flore fossile du Portugal, p. 140, note 1. Lisbonne, 1894.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

EXPLICATION DE LA PLANCHE IX.

Zamites Feneonis Brongn.

Fig. 1. — Fronde à limbe se détachant en lames fines.
Fig. 2. — Cuticule, alignement de 4 stomates en haut ; gr. 340/1.
Fig. 3. — Plusieurs stomates, gr. 265/1.

Cf. *Pachypteris lanceolata*.

Fig. 4. — Fragment de limbe ; 2/1.
Fig. 5. — Cuticule : au milieu emplacement d'une nervure, de part et d'autre plage stomatique ; gr. 58/1.
Fig. 6. — Appareil stomatique ; 515/1.

Goniolina.

Fig. 7. — Nature.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Les Cystoïdes de l'Ordovicien supérieur du Languedoc

par **Maurice Dreyfuss** [1].

Planches X, XI et XII

L'Ordovicien supérieur de la Montagne Noire a fait l'objet de nombreuses publications ; la succession des assises en a été rappelée récemment par M. Thoral [35] ; on peut y reconnaître deux divisions principales :

2. Un complexe de schistes et de calcaires en plaquettes surmonté par le Gothlandien ;

1. Des quartzites, contenant localement des couches lenticulaires avec graviers de quartz et galets de grès et de schistes.

Graff, le premier, a reconnu cette succession [17] ; il signala l'existence de Cystoïdes dans la division supérieure, également riche en Bryozoaires et en Brachiopodes, et dont le fossile le plus représentatif est *Nicolella Actoniæ* Sowerby. Il cite un représentant du genre *Caryocystites* Buch, et *Hemicosmites pyriformis* Buch.

L'étude de ces Cystoïdes a été reprise par von Koenen [20], d'après des échantillons qui lui avaient été communiqués par de Rouville ; la note de von Koenen contient la description de trois espèces nouvelles : *Caryocystites Rouvillei*, *Corylocrinus pyriformis* , et *Juglandocrinus crassus*, parmi lesquelles la première seule appartient à un genre antérieurement connu.

Les publications ultérieures ([31]-[6]-[14]) ne complètent en rien les données précédentes ; toutefois, M. Miquel [24] ajoute aux formes déjà connues dans la Montagne Noire *Sphaeronites punctatus* Forbes.

Les recherches que j'ai entreprises, sur le conseil de M. Thoral, en vue de réviser l'ensemble de la faune du Caradoc languedocien, m'ont permis de constater que les Cystoïdes sont plus abondants encore que ne l'auraient fait supposer les listes paléontologiques antérieurement publiées.

Leurs restes proviennent pour la plupart des schistes et cal-

1. Note présentée à la séance du 20 février 1939.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

caires à *Nicolella Actoniæ* ; quant aux quartzites, ils n'ont fourni que de rares empreintes de plaques isolées, appartenant toutes à la même espèce, et localisées dans les bancs les plus élevés.

Les affleurements d'Ordovicien supérieur sont groupés dans un rayon de quelques kilomètres autour de Gabian ; c'est tout d'abord le célèbre gisement du petit Glauzy, le plus anciennement connu, qui est situé au NE de « la Coste », dans la vallée d'un petit affluent de rive gauche de la Peyne. Les calcaires et schistes à *Nicolella Actoniæ* et à Cystoïdes s'allongent d'autre part sur un kilomètre environ, parallèlement à la route de Pézenas à Bédarieux, près de la Grange du Pin, à l'WNW de Gabian ; de nombreux échantillons y ont été récoltés soit par M. Thoral, soit par moi. Enfin, quelques Cystoïdes proviennent des pentes de la colline de Sainte-Cécile, à 1.200 m. au N de la Grange du Pin, et des environs de la ferme de Lauriol, au SW de Cabrières.

AMPHORIDÆA

Famille des *Aristocystidæ* Neumayr.

Genre *Campylostoma* nov. gen.

Campylostoma grandis nov. sp.

Pl. X, fig. 1 ; et fig. 1, p. 119.

Dimensions du calice : hauteur : 150 mm.
largeur : 100 mm.

Description : Calice sensiblement oviforme, formé de très nombreuses plaques disposées sans ordre, et mesurant pour la plupart moins de 1 cm. dans leur plus grande dimension. Ces plaques, épaisses, ont leur surface bombée, et sont percées de pores isolés ou groupés par 2 ou 3, irrégulièrement répartis.

La région la plus curieuse et la plus caractéristique du calice est sans conteste celle qui entoure l'orifice principal de ce Cystoïde ; l'orifice lui-même, que je suppose être la bouche, est situé latéralement ; il consiste en une fente sinueuse, élargie dans sa partie médiane (Pl. X, fig. 1 et fig. 1, p. 119) ; d'un côté, il est bordé par 4 ou peut-être 5 plaques non bombées, deux à trois fois plus grandes que celles formant le reste du calice ; l'autre bord est limité par une plaque unique, dont le contour rappelle quelque peu celui d'un croissant ; cette plaque est parcourue par une crête qui est plus élevée et plus aiguë au voisinage des extrémités de la fente buccale qu'en face de sa

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

partie médiane. Cette disposition a pour effet de rendre extrêmement dissemblables les deux côtés de la bouche, qui figurent ainsi deux lèvres, l'une presque plane, l'autre très saillante.

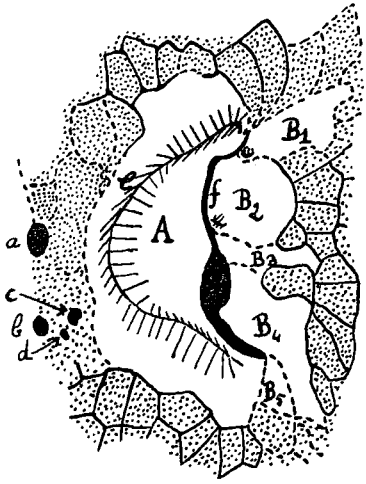


FIG. 1. — Croquis schématique de la région « buccale » de *Campylostoma grandis*.

f : fente « buccale » ; e : crête de la plaque unique A située à gauche de la fente. B_1 à B_5 : plaques situées à droite de la fente ; a, b, c, d : dépressions ou ouvertures latérales.

Les limites de plaques sont indiquées en trait plein lorsqu'elles sont très nettes sur l'échantillon, et en tirets lorsqu'il peut y avoir quelque doute. Les plaques entourant la bouche sont laissées en blanc ; les autres couvertes d'un pointillé.

Sur le seul échantillon bien conservé que je possède, quelques dépressions sont visibles, à 1 cm. environ de la lèvre relevée de la bouche : l'une (a, fig. 1) a 5 mm. environ de diamètre ; deux autres (b et c), larges de 2 mm., sont distantes de la première de 1 cm. environ, et séparées par une minuscule fossette (d). S'agit-il d'orifices, ou de facettes correspondant à des points d'insertion de brachioles ? Je ne saurais le dire.

Horizon et localité : Un échantillon, d'après lequel a été faite la description précédente, a été trouvé par M. Thoral dans les calcaires en plaquettes de la Grange du Pin. Trois fragments, formés de nombreuses plaques du même type, et appartenant vraisemblablement à la même espèce, proviennent les uns du même gisement, l'autre du Petit Glauzy.

Rapports et différences : La disposition, les dimensions et les perforations des plaques me font placer cette espèce, quoique avec quelque doute, dans la même famille que les genres *Aristocystis* BARRANDE et *Calix* ROUAULT.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Les espèces du genre *Calix* [21] ont la forme de coupes plus ou moins profondes, largement ouvertes à leur partie supérieure : ce qui les distingue nettement de *Campylostoma*.

Aristocystis ([2], p. 95 et sq.) possède 4 ouvertures, alors que le Cystoïde du Languedoc semble en avoir 5 ; ce qui constituerait un premier caractère différentiel s'il était bien certain que les dépressions visibles dans le test de *Campylostoma* soient bien toutes des orifices. La fente buccale de *Campylostoma* est sinueuse (ce qui lui vaut son nom) et, de ses deux bords, l'un est élevé et formé d'une plaque unique, tandis que l'autre, sensiblement plat, résulte du groupement de 4 ou peut-être 5 plaques. *Aristocystis*, au contraire, possède une fente buccale rectiligne, entourée de 8 plaquettes sensiblement identiques. Un troisième caractère sépare le genre de Bohême de celui que je viens de décrire : l'orifice principal, qui est apical dans le premier, paraît latéral dans le second ; mais, là encore, un certain doute subsiste, car il se peut que l'unique échantillon examiné soit écrasé ou déformé dans le sens vertical ; il se pourrait aussi que le calice *Campylostoma* ait été, du vivant de l'animal, aplati dans le sens inféro-supérieur : une telle diminution de longueur de l'axe vertical de cet organisme apparaîtrait comme assez normale, puisqu'elle lui rendrait une stabilité que sa taille considérable risquerait fort de compromettre s'il était allongé comme *Aristocystis*.

Aristocystis est une forme du Caradoc inférieur, que l'on rencontre dans les couches de Zahorany (bande d_4 de Barrande ou étage d_5 des auteurs modernes).

Quant au genre *Calix*, dont la position systématique paraît d'ailleurs douteuse, il est, semble-t-il, un peu plus ancien.

RHOMBIFERA

Famille des ***Echinosphæritidæ*** NEUMAYR

Genre *Heliocrinus* EICHWALD 1840.

Heliocrinus Rouvillei VON KOENEN

Pl. X, fig. 5, et Pl. XI, fig. 3 à 6.

1883. *Echinosphærites* cf. *balticus* BARROIS [3], p. 165, pl. VI, fig. 4.
1886. *Caryocystites Rouvillei* VON KOENEN [20] p. 248, pl. VIII, fig. 4 a et b.

Dimensions : 15 à 50 mm. de diamètre.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Description : L'espèce créée par von Koenen a été établie sur deux exemplaires seulement, incomplets et un peu déformés ; sa grande abondance dans les gisements du Languedoc me permet d'en avoir sous les yeux une cinquantaine d'échantillons. Les calices paraissent assez régulièrement sphériques ; mais les exemplaires déformés sont fréquents : les uns sont aplatis de haut en bas, d'autres dans le sens longitudinal.

Les plaques, fort nombreuses, sont ornées, comme l'indique von Koenen, de côtes rayonnantes sous lesquelles apparaissent parfois les pores.

Sur quelques exemplaires bien conservés, on peut voir la base du calice, qui se présente comme une sorte de bouton, d'où rayonnent 20 à 25 côtes, parcourant des plaques dont les limites sont presque impossibles à discerner. L'extrémité du bouton basilaire est tronquée, et percée d'un orifice pentagonal, que j'interprète comme étant le prolongement du canal axial d'une tige.

Comme l'écrit von Koenen, la bouche, placée à la partie supérieure du calice, est proéminente ; les plus beaux échantillons permettent de constater en outre qu'elle est évasée à son extrémité, et limitée du côté anal par un bord sensiblement rectiligne ; tandis que l'autre bord est lobé ; ces lobes, au nombre de 3 ou 4 (pl. XI, fig. 3 et 4), se terminent par de petites facettes, qui devaient être le point d'insertion de brachioles.

L'anus est situé à une distance de la bouche un peu supérieure au plus grand diamètre de celle-ci, soit 5 à 10 mm. suivant la taille des individus ; il paraît presque circulaire sur les échantillons usés, alors qu'il est en réalité pentagonal. Il ne m'est pas possible de dire s'il était normalement surmonté d'une pyramide : les ouvertures que j'ai observées sont libres.

Un troisième orifice, sensiblement circulaire, environ moitié moins grand que l'orifice anal, est placé légèrement à droite de la base de la protubérance buccale, sur la face anale (pl. XI, fig. 3 et 6).

Les plaques de la région péribuccale sont environ 2 fois plus grandes que celles des autres parties du calice. Elles sont ornées de nombreuses côtes, qui dessinent du côté anal des étoilements à 8 ou 10 branches ; du côté dorsal, plusieurs côtes se disposent parallèlement, formant par leur juxtaposition avec celles de la plaque voisine une ornementation en chevrons (pl. XI, fig. 4).

Gisement et localité : Cette espèce est très commune dans les affleurements des schistes et calcaires à *Nicolella Actoniæ*.

Rapports et différences : Von Koenen a décrit cette forme sous le nom générique de *Caryocystites*, nom sous lequel Buch ([8], p. 32-33) réunissait à la fois *C. granatum* Wahlenberg et *C. testudinarius* Hisinger. Eichwald a gardé comme type du genre la seconde espèce, qui est caractérisée par sa bouche en forme de

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

fente longitudinale, et par l'existence entre la bouche et l'anus de deux orifices.

Quant à *C. granatum*, il a été placé par Eichwald dans le genre *Heliocrinus* (ou *Heliocrinites*) [11], qu'il avait défini antérieurement [10] en prenant pour type *Heliocrinus balticus* Eichwald.

D'après Bather [5], *Heliocrinus* possède 3 orifices, parmi lesquels la bouche, proéminente, est du même type que celle du genre *Echinosphæra* (ou *Echinosphærites*) ; il diffère de ce dernier par l'ornementation radiale bien marquée des plaques, et surtout par l'absence de sole de fixation, organe remplacé par une base perforée qui devait s'articuler avec une tige. L'espèce de la Montagne Noire présente bien les divers caractères d'*Heliocrinus* et doit être désignée sous ce nom générique.

Von Koenen rapproche *Heliocrinus Rouvillei* de *Sphaeronites stelliferus* Salter ([13], pl. 22, fig. 1 ab, sous le nom de *S. aurantium* ? et [33], p. 477, pl. 20, fig. 6 et 6 a). En fait, sauf peut-être pour quelques exemplaires usés, il ne semble pas possible de confondre les deux espèces, dont la forme générale est assez voisine, mais dont les plaques ont une ornementation différente, puique l'espèce de Sholes Hook possède au milieu de chaque plaque un bouton saillant d'où divergent des faisceaux de petites côtes parallèles.

Par contre, il me semble nécessaire de comparer l'espèce de la Montagne Noire avec *H. balticus* Eichwald et *Caryocystites* (*Heliocrinus* ?) *Davisii* M'Coy, Cystoïdes que Forbes ([13], p. 513) et Salter ([38] p. 479) considèrent comme très voisins l'un de l'autre. Malheureusement, les figures publiées à leur sujet me paraissent fort incomplètes ; il manque sur la plupart l'extrémité apicale, ce qui rend même douteuse leur désignation générique. Certains dessins (notamment la fig. 9 de la planche 1, *in* [36], figure représentant *H. balticus*) montrent une telle analogie avec l'espèce de von Koenen, que l'on peut se demander s'il n'y aurait pas identité complète entre *H. balticus*, *H. Davisii* et *H. Rouvillei*. Seule la comparaison de pièces en très bon état permettrait de trancher cette question, qui fut déjà posée par M. Barrois lorsqu'il compara les Cystoïdes des environs de Montauban-de-Luchon à ceux de la Montagne Noire [4].

Bien qu'on puisse douter de l'identité réelle de certains fossiles cités comme *Heliocrinus balticus*, il semble qu'il s'agisse d'une forme assez largement répandue :

En Russie et en Esthonie ([36] et [34], pr 26), on le rencontre dans l'étage C_2, qui correspond, d'après Öpik ([25], tableau V, p. 48) au Llandeilo.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

En Scandinavie, il est dans des couches un peu plus récentes, l'étage 4 des environs de Christiania ([7], p. 42, note infrapaginale), c'est-à-dire dans le Caradoc.

En Europe occidentale, *H. balticus* n'a été trouvé que dans des couches plus élevées encore, correspondant à l'Ordovicien terminal : on l'a signalé notamment dans l'Ashgillien de Cyrn y Brain (Pays de Galles) ([37], p. 191) et en Espagne, où il est associé, aux environs de Barcelone, avec *Nicolella Actoniæ* ([1] et [9], p. 17).

Dans les Pyrénées, où il occupe la même position stratigraphique, *H. balticus* est accompagné des mêmes Brachiopodes que dans la Montagne Noire ([3] et [28]) ; et c'est dans une note au sujet des fossiles de « l'horizon de Montauban-de-Luchon » que M. Barrois ([4], p. 510) suggère que le *Caryocystites* cf. *balticus* des Pyrénées et *H. Rouvillei* appartiennent peut-être à la même espèce.

H. Davisii a été signalé à plusieurs reprises, toujours dans la partie moyenne de l'Ashgillien de Grande-Bretagne ([12]-[22]-[23]).

Famille des *Caryocrinidæ* Bernard.

Genre *Juglandocrinus* von Koenen 1886

Juglandocrinus crassus von Koenen.

Pl. XI, fig. 7 et 7 a ; fig. 2 C, page 126.

1886. *Juglandocrinus crassus* von Koenen [20], pl. VIII, fig. 2-3 et pl. IX, fig. 2-3.

Une dizaine de calices, dont certains sont en bon état de conservation, ont été récoltés dans la Montagne Noire et sont conservés dans les collections de la Faculté des Sciences de Montpellier. Je ne vois rien à ajouter à la diagnose qu'en a faite von Koenen, d'après des exemplaires originaires du Glauzy.

Mais un échantillon, dont le calice mesure 25 mm. de hauteur, est encore fixé à sa tige ; celle-ci, dont un fragment de 6 mm. de long est parfaitement conservé, est percée d'un canal large de 1 mm., alors que son diamètre est de 3 mm. Les articles, ressemblant assez à ceux de certains crinoïdes, sont extrêmement minces : on peut en compter 3 par millimètre de longueur de la tige.

Gisement et localités : le Glauzy, la Grange du Pin, Lauriol, toujours dans les schistes et calcaires à *Nicolella Actoniæ*.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Observation : La figure de Forbes, citée en référence par von Koenen, et qui représente une plaque ornée de fortes côtes entre lesquelles existent de nombreuses pustules, n'a aucun rapport avec cette espèce.

Genre *Corylocrinus* von Koenen 1886.

Corylocrinus europæus Quenstedt.

Pl. XI, fig. 1 et 2 ; fig. 2 D, page 126.

1874. *Caryocrinus europæus* Quenstedt [**27**], p. 665, pl. 113, fig. 45.
1886. *Corylocrinus pyriformis* von Koenen [**20**], p. 249, pl. VIII, fig. 1 a, b et c, et pl. IX, fig. 1.

Von Koenen a créé le genre *Corylocrinus* pour deux exemplaires d'un Cystoïde provenant du Glauzy ; assez proche d'*Hemicosmites* et de *Caryocrinus*, il possède, comme ce dernier, 8 plaques latérales supérieures, tandis qu'il en existe 9 chez *Hemicosmites* (voir fig. 2, A et B). La disposition de ces plaques a été bien décrite par von Koenen. L'apex, élancé, se termine par 4 plaques de grandes dimensions : caractère qui sépare nettement *Corylocrinus* de *Caryocrinus*, dont l'apex est constitué par de nombreuses petites plaques, dont l'une, hexagonale, est située exactement au sommet.

J'ajoute à la description de von Koenen qu'il existe des pores sur toutes les plaques latérales, ainsi que sur la moitié inférieure des diverses plaques latérales supérieures.

La plaque isolée figurée par Quenstedt sous le nom de *Caryocrinus europæus*, avec l'indication de provenance « Neffiès », est une plaque latérale hexagonale du cystoïde décrit par von Koenen (plaque B en adoptant la nomenclature de von Koenen). Parmi les plaques analogues du même gisement, celles de *Juglandocrinus crassus* sont relativement beaucoup plus épaisses, et celles d'*Oocystis vulgaris* nov. sp. (voir ci-dessous) possèdent 6 rangées doubles de pores. La figure de Quenstedt montre, comme dans les échantillons décrits par von Koenen, 5 rangées de pores simples et une rangée double.

Il faut donc donner au *Corylocrinus* du Languedoc le nom spécifique d'*europæus*, qui a la priorité.

Localité : Espèce assez abondante au Glauzy et à la Grange du Pin.

Rapports et différences : Les plaques figurées par Forbes et citées en référence par von Koenen n'ont aucun rapport avec celles de *Corylocrinus europæus*, dont elles diffèrent par des côtes très marquées, dans l'intervalle desquelles existent de nombreuses pustules.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Le genre *Corylocrinus* a été signalé dans le Caradoc supérieur (Ashgillien) dans les Alpes carniques ([15], p. 123-124) et en Sardaigne ([16], p. 364), accompagné d'une faune qui paraît très proche de celle de la Montagne Noire.

Jaekel ([18], p. 98) indique également l'existence de *Corylocrinus* dans l'Inde.

Genre *Oocystis nov. gen.*

Description : Plusieurs Cystoïdes du Caradoc de la Montagne Noire appartiennent à un genre nouveau, que je désigne sous le nom d'*Oocystis*, en raison de la forme générale de la plupart des espèces actuellement connues.

Comme tous les genres de la famille des *Caryocrinidæ*, il possède 3 cycles de plaques principales; des rangées de pores simples ou doubles partent du centre de ces plaques et rayonnent vers leurs angles; tantôt les pores débouchent à la surface du test, tantôt ils sont recouverts par une côte plus ou moins rugueuse, rappelant l'ornementation de certains *Echinosphæritidæ*, tels qu'*Heliocrinus* et *Caryocystis*.

Les plaques basales sont au nombre de 4, 2 quadrangulaires et 2 pentagonales; les angles adjacents des 4 plaques sont échancrés, et sont disposés de façon à permettre l'insertion d'une tige, que je n'ai trouvée en connection avec le calice dans aucune espèce.

Les plaques latérales, qui constituent le second cycle, ont exactement la même disposition que dans le genre *Corylocrinus*.

Les plaques latérales supérieures, correspondant au troisième cycle, sont au nombre de 8; 6 d'entre elles alternent avec les plaques latérales, et sont identiques les unes aux autres; tandis que les interradiales (IR, fig. 2 E), d'un type légèrement différent, sont placées en face des 2 plaques heptagonales du second cycle.

Les plaques latérales supérieures normales ont la forme d'un pentagone très allongé dans le sens de la hauteur du calice, et dont le petit côté est placé horizontalemant à la partie supérieure; parcourues par 5 rangées de pores, elles ont un aspect très caractéristique.

Les 2 interradiales, également pentagonales, sont moins longues, moins étroites à leur partie supérieure, et parcourues par 4 rangées de pores seulement, 2 de celles-ci étant dirigées vers les angles latéraux inférieurs, et 2 vers le haut.

Parmi les nombreux échantillons que j'ai sous les yeux, aucun n'a l'apex suffisamment bien conservé pour qu'il me soit possible d'en dénombrer les plaques. Cette partie du calice, de forme tronconique, paraît formée de nombreuses petites plaquettes. Un orifice triangulaire, la bouche sans doute, est situé à l'extrémité supérieure. En face de chacun des côtés de l'orifice buscal, on observe une facette circulaire; et, plus loin du centre de figure, trois autres facettes un peu plus grandes sont intercalées entre les précédentes, se trouvant par con-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

séquent en face des angles de la bouche (voir fig. 3 et pl. XI, fig. 9). Ces facettes sont vraisemblablement les points d'articulations de brachioles, dont aucune n'a jusqu'à présent été observée.

Enfin, je n'ai vu aucun orifice latéral.

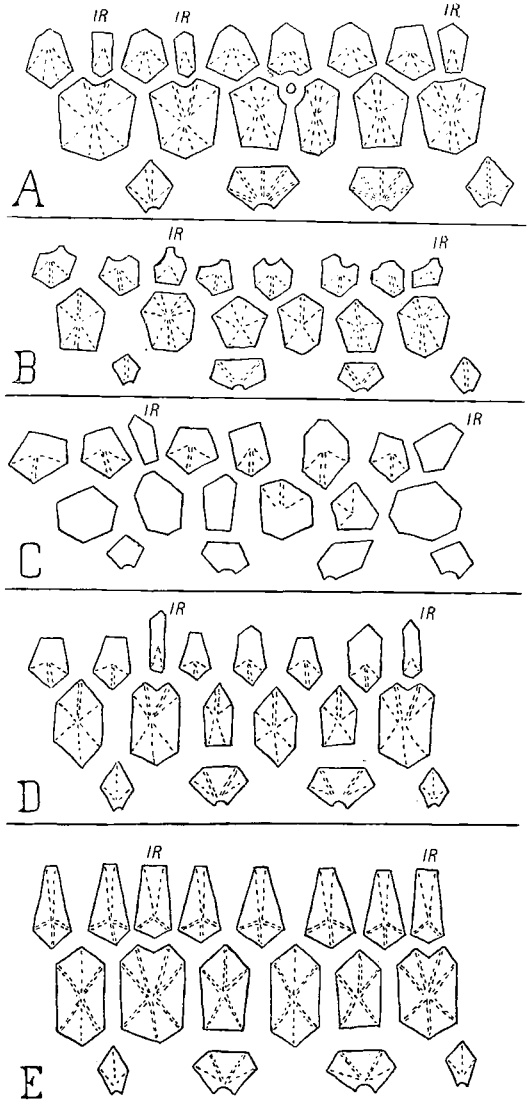


FIG. 2. — Diagramme des trois cycles principaux de plaques chez divers Cystoïdes de la famille des *Caryocrinidæ*.

A, *Hemicosmites*; B, *Caryocrinus*; C, *Juglandocrinus*; D, *Corylocrinus*; E, *Oocystis*. (A et B, d'après Bather [5]). IR, plaques interradiales.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Rapports et différences (voir fig. 2). Trois genres de cystoïdes ont comme *Oocystis* trois cycles principaux de plaques composés respectivement de 4, 6 et 8 plaques ; ce sont *Caryocrinus*, *Corylocrinus* et *Juglandocrinus*. Ces deux derniers possèdent des plaques latérales supérieures très différentes les unes des autres ; chez *Caryocrinus*, comme dans *Oocystis*, on peut distinguer 6 plaques identiques et deux interradiales, mais les rangées de pores sont localisées à la partie inférieure de ces plaques.

L'apex de *Caryocrinus*, aplati, ne possède pas d'ouverture centrale ; il en est de même de celui de *Corylocrinus*, qui possède d'ailleurs une symétrie 4.

L'apex d'*Oocystis* est différent de celui de *Juglandocrinus* qui paraît plus simple et montre 4 petits orifices latéraux.

C'est entre *Oocystis* et *Hemicosmites* que l'on trouve les plus grandes analogies concernant la région apicale : *Hemicosmites* possède en effet une bouche triangulaire, entourée de 3 facettes ; le second cycle de facettes n'est toutefois pas présent, et les plaquettes apicales paraissent moins nombreuses que dans *Oocystis*. Enfin, il ne faut pas oublier que le 3e cycle de plaques d'*Hemicosmites* compte, non pas deux, mais trois plaques interradiales.

Oocystis vulgaris *nov. sp.*

Pl. XII, fig. 1, 2, 7 et 8.

Dimensions : hauteur du calice, 60 à 70 mm. ;
diamètre, 40 à 50 mm.

Description : Calice oviforme, montrant à sa base un pédoncule assez net, percé d'un canal. Plaques ayant la disposition typique du genre : les plaques basales quadrangulaires portent une rangée de pores, les plaques pentagonales deux rangées ; les autres plaques montrent, lorsqu'elles sont usées, des rangées doubles de pores ; toutefois, dans les plaques latérales supérieures, les deux rangées de pores dirigées vers le haut sont simples. Les plaques sont bombées, épaisses, séparées par une suture bien marquée, quoique peu profonde ; lorsqu'on peut observer des individus non usés, on constate qu'ils sont couverts de nombreuses petites pustules, leur donnant un aspect chagriné (pl. XII, fig. 7).

Les plaquettes externes de l'apex se terminent vers le bas en un biseau qui recouvre le bord supérieur des plaques latérales supérieures ; ce mode d'articulation est assez différent de celui réalisé pour les autres plaques, qui sont séparées par un plan radial. Il résulte de cette disposition que le bord supérieur des plaques de 3e cycle paraît échancré dans les formes non usées, et devient d'autant plus rectiligne que l'usure est plus grande (voir pl. XII, fig. 1 et 7).

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Gisement et localité : C'est l'un des cystoïdes les plus communs des schistes et calcaires à *Nicolella Actoniæ* de la région ; on le trouve notamment au Glauzy, à la Grange du Pin et à Sainte-Cécile.

Rapports et différences : Son aspect général rappelle beaucoup celui de *Corylocrinus europæus* QUENSTEDT, espèce avec laquelle il paraît avoir été généralement confondu. La disposition et la forme des plaques latérales supérieures ainsi que la fréquence des rangées doubles de pores permet de faire immédiatement le départ entre les deux espèces, non seulement dans le cas de calices entiers, mais encore, la plupart du temps, pour les plaques isolées.

Hemicosmites pyriformis BUCH a également quelque ressemblance avec *Oocystis vulgaris* ; il me semble que les cystoïdes de la Montagne Noire cités sous ce premier nom doivent, en partie du moins, appartenir à la nouvelle forme.

Oocystis vulgaris diffère de *Oocystis rugatus* FORBES (?) par son ornementation moins riche et ses rangées de pores bien visibles ; on ne peut le confondre avec *Oocystis major nov.*, dont les plaques sont à la fois beaucoup plus grandes et plus minces.

Oocystis vulgaris var. ***subsphærica*** nov. var.

Pl. XI, fig. 8 et 9.

Dimensions : hauteur, 45 mm. ; diamètre, 40 mm.

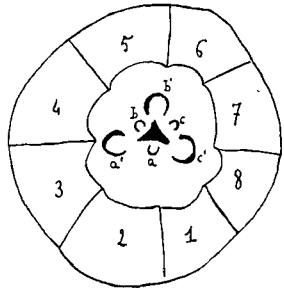


FIG. 3. — Schéma de la région péribuccale d'*Oocystis*, (d'après *O. vulgaris*, var. *subsphæroidalis*).
Au centre, la bouche. a, b, c ; a', b', c', facettes péribuccales, formant deux cycles concentriques. 1 à 8, plaques latérales supérieures,

Description : Un exemplaire, unique jusqu'à présent, et provenant du Glauzy, me paraît difficile à séparer complètement de *O. vulgaris*, dont il diffère toutefois par sa forme générale plus massive, et par l'allongement un peu moindre des plaques latérales supérieures. J'en fais donc une simple variété.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Oocystis major nov. sp.

Pl. XII, fig. 3 à 6.

Dimensions, reconstituées d'après des plaques isolées :
Hauteur : 150 mm. environ.
Diamètre : 120 mm. environ.

Description : Ce grand Cystoïde ne m'est actuellement connu que par des plaques isolées, dont l'une, appartenant au troisième cycle (latérales supérieures) m'a permis de faire la détermination générique sans ambiguïté possible.

Les plaques suivantes ont été trouvées :

basale : une plaque pentagonale, mesurant 45 × 40 mm., montrant deux rangées doubles de pores partant de la base et se dirigeant vers les angles supérieurs, et deux rangées simples allant aux angles latéraux (pl. XII, fig. 5) ;

latérales : une plaque pentagonale, légèrement déformée, mesurant 27 × 50 mm., pourvue d'une rangée de pores doubles et de 4 de pores simples (pl. XII, fig. 6) ;

une plaque heptagonale, encroûtée par des Bryozoaires sur sa face externe, mesurant seulement 40 × 40 mm. (pl. XII, fig. 4) ;

un fragment d'une plaque probablement pentagonale, large de 50 mm. ;

latérale supérieure : une plaque, dont la face interne, seule visible, montre 3 rangées doubles et 2 rangées simples de pores, mesure 80 mm. de haut et 40 mm. de large (pl. XII, fig. 3).

Toutes ces plaques ont un caractère commun : leur faible épaisseur, qui est au maximun de 1 mm. 5.

Localités : le Glauzy et la Grange du Pin.

Rapports et différences : Cette grande forme, constituée par un nombre restreint de plaques grandes et minces, me paraît tout à fait spéciale.

Oocystis rugatus Forbes ?

Pl. X, fig. 2, 3 et 4.

1848. *Hemicosmites rugatus* Forbes [**32**]; p. 302.
1848. *Hemicosmites pyriformis* Forbes [**13**], p. 511, pl. 20, fig. 2-5.
1881. *Hemicosmites rugatus* Salter et Etheridge [**33**], p. 479, pl. 20, fig. 12.

Dimensions du calice : hauteur : 40 mm.,
diamètre moyen : 30 mm.

Description : Ce très joli Cystoïde est remarquablement orné : à la surface de chaque plaque des côtes très élevées, mais non aiguës, couvertes de petites aspérités, recouvrent les lignes de pores. Des tubercules de forme irrégulière, parfois aussi élevés que les côtes, occupent la surface laissée libre entre celles-ci.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Les plaques des différents cycles ont des dimensions peu différentes les unes des autres (en moyenne 15 mm. pour un calice ayant les dimensions ci-dessus) ; il résulte de cette disposition générale que les plaques latérales supérieures sont relativement moins allongées que dans les autres espèces du même genre.

Gisement et localité : Les plaques isolées de cette espèce sont communes dans les calcaires et schistes à *Nicolella Actoniæ*, en particulier au Glauzy et à la Grange du Pin ; le seul calice entier que j'aie en ma possession provient de ce dernier gisement.

D'autre part, c'est à cette espèce que je rapporte les moules externes de plaques isolées qui ont été trouvées à la partie supérieure des quartzites, les uns au Glauzy, d'autres à la Grange du Pin.

Rapports et différences : La disposition des plaques permet d'attribuer sans hésitation cette espèce au genre *Oocystis* tel que je l'ai défini. Elle diffère des autres Cystoïdes du Caradoc languedocien par sa riche ornementation. Ce même caractère m'a permis de la rapprocher de l'espèce de l'Ashgillien du Pays de Galles, signalée pour la première fois par Forbes, puis assimilée par lui à *Hemicosmites pyriformis*. Comme le font remarquer Salter et Etheridge, il ne peut être question de cette assimilation, puisque *H. pyriformis* possède des plaques presque lisses.

Toutefois la forme britannique n'est, à ma connaissance, représentée que par des plaques isolées, ce qui explique la détermination générique faite par les auteurs anglais ; M. Stubblefield, géologue au Geological Survey de Grande-Bretagne, a eu la très grande obligeance de me communiquer les échantillons figurés par Forbes ; je me demande toutefois si l'identité d'ornementation que j'ai pu constater est un argument suffisant pour justifier ma détermination : seule la comparaison de calices entiers permettrait de lever tous les doutes à cet égard.

Hemicosmites rugatus est cité, avec *Heliocrinus Davisii* et *Nicolella Actoniæ* dans les « Rhiwlas limestone » du comté de Bala [12].

M. Barrois ([4], p. 509) croit l'avoir observé parmi les Cystoïdes des couches à *Echinosphærites cf. balticus* de Montauban-de-Luchon, dans les Pyrénées.

*
* *

CONCLUSIONS

1° La faune de Cystoïdes de l'Ordovicien de la Montagne Noire comprend les formes suivantes :

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Campylostoma grandis nov. gen., nov. sp.
Heliocrinus Rouvillei VON KOENEN
Juglandocrinus crassus VON KOENEN
Corylocrinus europæus QUENSTEDT
Oocystis vulgaris nov. gen., nov. sp.
— *vulgaris* var. *subsphærica* nov.
— *major* nov. sp.
— *rugatus* FORBES ?

Six de ces espèces ou variétés appartiennent à la famille des *Caryocrinidæ*, qui montre donc un développement considérable.

Graff avait en outre cité *Hemicosmites pyriformis* BUCH ; il doit s'agir en réalité soit de *Corylocrinus europæus*, soit plutôt d'*Oocystis vulgaris*.

Sphæronites punctatus FORBES, qui figure dans une liste paléontologique de M. Miquel, ne paraît pas représenté dans la Montagne Noire : cela résulte vraisemblablement d'une confusion avec *Heliocrinus Rouvillei*.

2° Au point de vue stratigraphique, les Cystoïdes que l'on retrouve dans d'autres régions apportent la confirmation de ce que l'on sait déjà : les calcaires en plaquettes qui les contiennent correspondent à l'Ordovicien terminal, c'est-à-dire au Caradoc (*sensu lato*) le plus élevé, ou à l'Ashgillien.

3° La répartition géographique des différents genres et espèces donne lieu aux remarques suivantes :

Corylocrinus n'est connu, en dehors de la Montagne Noire, que dans les Alpes carniques, en Sardaigne, et dans l'Inde.

Oocystis rugatus paraît commun aux faunes du Languedoc, des Pyrénées et du Pays de Galles, mais n'a pas été trouvé, à ma connaissance, dans le Massif armoricain.

Heliocrinus Rouvillei a été signalé dans les Pyrénées ; on peut se demander si certains Cystoïdes désignés sous le nom de *Caryocystites* (*Heliocrinus*) *balticus* ne doivent pas, de même que ceux des Pyrénées, être identifiés à l'espèce de la Montagne Noire. La question se pose surtout pour les formes du même niveau, trouvées en Espagne et dans le pays de Galles ; une réponse affirmative confirmerait la relation que paraît indiquer la répartition d'*Oocystis rugatus*. La situation des exemplaires russes et scandinaves dans des couches plus anciennes s'opposerait à leur assimilation avec les fossiles de l'Europe occidentale, à moins que l'on assiste à la migration assez lente, d'Est en Ouest, d'une même espèce.

Les autres Cystoïdes de la Montagne Noire ne peuvent donner lieu qu'à des comparaisons avec des formes connues, mais non à de véritables rapprochements.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Le Caradoc supérieur de la Montagne Noire est donc caractérisé, en ce qui concerne sa faune de Cystoïdes, par plusieurs espèces ou mêmes genres que l'on peut considérer à l'heure actuelle comme lui appartenant en propre.

Les Alpes carniques, la Sardaigne, la péninsule ibérique et les Pyrénées semblent avoir eu à l'Ordovicien supérieur des relations faciles avec le Languedoc.

De même, diverses formes indiquent une liaison entre la Montagne Noire et les Iles Britanniques; le manque de documents précis sur les faunes de Cystoïdes de l'Ordovicien supérieur du Massif armoricain, où l'on n'a jusqu'à présent signalé que des plaques isolées ([19], p. 201-202) ne permet pas pour l'instant de savoir si cette liaison s'effectuait par la Bretagne ou plus à l'Ouest.

LISTE DES PUBLICATIONS CITÉES

1. Almera (Jaime). Compte rendu des excursions des 2 et 3 octobre 1898 faites à l'occasion de la réunion de la Société géologique de France à Barcelone. *B.S.G.F.* (3), XXIV, p. 744.
2. Barrande. Système silurien de la Bohême. Vol. VII, Cystidées, ouvrage posthume publié par W. Wagen, 1887.
3. Barrois (Ch.). Sur les faunes siluriennes de la Haute-Garonne. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. X, p. 151-169, pl. VI et VII, 1882-83.
4. Barrois (Ch.). Sur les faunes siluriennes et dévoniennes de la Haute-Garonne. *A.F.A.S. Congrès de Toulouse*, 1887, 2e partie, p. 507-514.
5. Bather (F. A.). Echinoderma. *In* Ray Lankester. A treatise of zoology. Part III, London, 1900.
6. Bergeron. Étude géologique du Massif ancien situé au Sud du Plateau central. Thèse, 632 pages, 1889.
7. Brögger. Die silurischen Etagen 2 und 3. Kristiania, 376 pages, 1882.
8. Buch. Über Cystideen. *Abh. Berlin Akad.* fur 1844, et traduction anglaise : *Quart. Journ. Geol. Soc.*, t. 2, p. 20-42, pl. III-IV, 1846.
9. Douvillé (Robert). La péninsule Ibérique. A. Espagne. *Handb. der Region. Geol.* Band. III, Abt. 3, 175 pages, 1911.
10. Eichwald. Silurian system in Esthland, 1840.
11. Eichwald. Lethæa rossica. Ancienne période. Livraison V, 1859.
12. Elles (Miss. G. L.). The Bala country. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, t. 78, p. 132-175, 1922.
13. Forbes. On the Cystidæ of the silurian rocks of the British Islands. *Mem. Geol. Surv. of Great Britain*. Vol. II, part. II, p. 483-538, pl. XI-XXIII, 1848.
14. Frech. Die paläozoischen Bildungen von Cabrières (Languedoc). *Zeitsch. d. D. Geol. Ges.*, t. 39, p. 360-488, 1887.
15. Gaërtner (H. R. von). Geologie der Zentralkarnischen Alpen. *Denkschr. der Akad. der Wissensch. in Wien. Math.-Naturwiss. Klasse*, 102 Band., p. 113-199, 1931.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

16. Gortani. Osservationi sul paleozoico della Sardegna. *Boll. della Soc. Geol. Ital.*, vol. XLI (1922), p. 362-369, 1923.
17. Graff. Notice sur les terrains paléozoïques du département de l'Hérault. Lyon. Imp. Storck, 64 pages, 4 planches, 1874.
18. Jaekel. Phylogenie und System der Pelmatozoen. *Pal. Zeitschr.* Band III, Heft I, p. 1-128, 1918.
19. Kerforne. Étude de la région silurique occidentale de la presqu'île de Crozon. Rennes, 230 pages, 1901.
20. Koenen (von). Ueber Neue Cystideen aus den Caradoc-Schichten der Gegend von Montpellier. *Neues Jahrb. fur Min. Geol. und Pal.* Band II, p. 246-254, pl. VIII-IX, 1886.
21. Lebesconte. Œuvres posthumes de Marie Rouault. Imp. Oberthur, Rennes, 1883.
22. Marr (J. E.). Lower paleozoic rocks of the Cantley district (Yorkshire). *Quart. Journ. Geol. Soc.*, t. 69, p. 1-18, 1913.
23. Marr (J. E.). The ashgillian succession in the tract of the West of the West of the Coniston Lake. *Ibid.*, t. 71, p. 189-204, 1915.
24. Miquel. Nouvel essai sur la géologie des terrains primaires du département de l'Hérault. Classification des terrains siluriens. *Bull. Soc. d'Hist. Nat. de Béziers*, n° 34, 48 p., 1912.
25. Öpik. Brachiopoda protremata des Estlandischen Ordovizichen Kukruse-Stufe. Tartu, 1930, 420 pages.
26. Öpik. Beiträge sur Kenntnis der Kukruse -(C_2-C_3-) Stufe in Eesti. Tartu, 1928, 42 pages.
27. Quenstedt. Petrefaktenkunde Deutschlands, t. 4. Echinodermes. Un volume et un atlas, 1874.
28. Roussel. Tableau stratigraphique des Pyrénées. *Bull. Serv. Carte géol. de Fr.*, t. XV, n° 97, 116 pages, 1904.
29. de Rouville. Compte rendu de l'excursion de la Société géologique de France à Roujan. *B.S.G.F.* (2), XXV, p. 963. 1868.
30. de Rouville. Session de la Société géologique de France à Montpellier (octobre 1868). Montpellier. Boehm, 154 pages, 1869.
31. de Rouville. L'horizon silurien de Montauban-Luchon à Cabrières (Hérault). *CR. Acad. Sc.*, t. CV, p. 243-247, 1887.
32. Salter et Phillips. Paleontological appendix to Professor John Phillips' memoir of the Malvern Hills compared with the palæozoic districts of Abberley. *Mém. Geol. Surv. of Great Britain*. Vol. II, part. I, p. 331-386, 30 pl.
33. Salter et Etheridge. The geology of North Wales. *Ibid.*, vol. III (*Cystidæ*, p. 475-479, pl. 20-23).
34. Schmidt. Revision der Ostbaltischen Trilobites. *Mém. Acad. Sc. de Saint-Pétersbourg*, VII^e série, t. XXX, p. 1-327, 1881.
35. Thoral (Marcel). Nouvelles observations sur le Caradoc (Ordovicien supérieur) de la Montagne Noire. *C.R. somm. S. G. F.*, n° 3, p. 40-41, 1937.
36. Verneuil. Géologie de la Russie d'Europe et des Montagnes de l'Oural. t. II. Paléontologie, 1845 (Échinodermes paléozoïques, p. 17-36, pl. I).
37. Wills et Smith. The lower palæozoic rocks of the Llangollen district. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, t. 78, p. 176-226, 1922.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

EXPLICATION DES PLANCHES X, XI et XII

Planche X.

Fig. 1. — *Campylostoma grandis* nov. sp. Vue latérale. La Grange du Pin. Collection Thoral. 1/1.

Fig. 2. — *Oocystis rugatus* Forbes ? Calice entier, légèrement déformé, vu de côté ; on voit la disposition, caractéristique du genre, des plaques latérales supérieures normales et interradiales. La Grange du Pin. Collection Dreyfuss. 1/1.

Fig. 3. — *Id.* Empreinte de la face externe d'une plaque hexagonale provenant des grès. Le Glauzy. Collection Miquel. 1/1.

Fig. 4. — *Id.* 4 plaques isolées, provenant des couches à *Nicolella Actoniæ*. Le Glauzy. Collection Fac. Sc. de Montpellier. 1/1.

Fig. 5. — *Heliocrinus Rouvillei* von Koenen. Petit exemplaire, bien conservé, vu par la face dorsale. Le Glauzy. Collection Dreyfuss. 1/1.

Planche XI.

Fig. 1. — *Corylocrinus europæus* Quenstedt. Vue latérale d'un petit échantillon, montrant le pédoncule d'attache de la tige. La Grange du Pin. Collection Thoral. 1/1.

Fig. 2. — *Id.* Vue latérale. Le Glauzy. Coll. Fac. Sc. de Montpellier. 1/1.

Fig. 3. — *Heliocrinus Rouvillei* von Koenen. Exemplaire représenté pl. X, fig. 5, vu de trois quarts du côté anal, et montrant la disposition des trois orifices. 2/1.

Fig. 4. — Le même échantillon ; photographie prise de trois quarts du côté dorsal, montrant les facettes péribuccales et l'ornementation en chevrons. 2/1.

Fig. 5. — Base du même échant., montrant le bouton de fixation de la tige. 2/1.

Fig. 6. — *Heliocrinus Rouvillei* von Koenen. Échantillon de grande taille, un peu usé, photographié du côté anal, de façon à montrer les trois orifices. Le Glauzy. Coll. Fac. Sc. Montpellier. 1/1.

Fig. 7. — *Juglandocrinus crassus* von Koenen. Vue latérale d'un exemplaire dont la tige est attenante au calice. Le Glauzy. Collection Fac. Sc. de Montpellier. 1/1.

Fig. 7 a. — *Id.* Le même échantillon, photographié de manière à mettre en évidence les articles de la tige. 2/1.

Fig. 8. — *Oocystis vulgaris* var. *subsphæroidalis* nov. Vue latérale. Le Glauzy. Collection Thoral. 1/1.

Fig. 9. — *Id.* Région apicale du même échant. (voir la fig. 3 dans le texte). 1/1.

Planche XII.

Fig. 1. — *Oocystis vulgaris*. nov. sp. Plaque latérale supérieure isolée, montrant la facette d'articulation oblique de la partie supérieure. La Grange du Pin. Collection Dreyfuss. 1/1.

Fig. 2. — *Id.* Vue latérale d'un grand échantillon. Le Glauzy. Coll. Fac. Sc. de Montpellier. 1/1.

Fig. 3. — *Oocystis major* nov. sp. Plaque latérale supérieure, vue par sa face interne. La Grange du Pin. Collection Dreyfuss. 1/1.

Fig. 4. — *Id.* Plaque latérale heptagonale, vue par sa face interne. La Grange du Pin. Collection Thoral. 1/1.

Fig. 5. — *Id.* Plaque basale pentagonale. La Grange du Pin. Col. Thoral. 1/1.

Fig. 6. — *Id.* Plaque latérale pentagonale, face externe. Le Glauzy. Collection Fac. Sc. de Montpellier. 1/1.

Fig. 7. — *Oocystis vulgaris* nov. sp. Partie supérieure d'un échantillon non usé, montrant les granulations du test et le recouvrement du bord supérieur d'une plaque latérale supérieure par une plaquette de la région apicale. Le Glauzy. Collection Thoral. 2/1.

Fig. 8. — *Id.* Vue latérale d'un échantillon de petite taille. Le Glauzy. Collection Fac. Sc. de Montpellier. 1/1.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

LES PLISSEMENTS POST-NUMMULITIQUES DANS L'ATLAS SAHARIEN

PAR **Robert Laffitte** [1].

PLANCHE XIII.

SOMMAIRE

I. INTRODUCTION.
Age des plissements principaux dans l'Atlas saharien.
II. L'ACCIDENT SUD-ATLASIEN.
a) Historique.
b) Description { 1. — A l'Est de Biskra. 2. — De Biskra à Figuig. 3. — De Figuig à Agadir.
c) Preuves de l'âge récent de l'Accident sud-atlasien.
III. ACCIDENTS NORD-ATLASIENS.
IV. ACCIDENT DE LA BORDURE DU SAHEL TUNISIEN.
V. RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.
a) Surélévation de l'Atlas.
b) Éloignement des bassins de sédimentation.
c) Ancienneté de la ligne sud-atlasienne.
d) Importance en profondeur de l'accident sud-atlasien.
e) Accidents contemporains en Afrique.
VI. BIBLIOGRAPHIE.
a) Ouvrages.
b) Cartes géologiques.

I. INTRODUCTION

Tous les auteurs qui ont traité de la tectonique de l'Atlas saharien et de son prolongement occidental, le Haut-Atlas marocain, ont reconnu que les plissements majeurs dataient du Tertiaire ; mais ils ne sont généralement pas d'accord pour attribuer les plissements à une phase déterminée.

Savornin [**30**, p. 429] les attribue au début du Tertiaire dans la région au Sud du Hodna, ajoutant : « les plissements d'âge néogène y sont à peu près nuls ». Russo [**27**, p. 165] émet la même opinion pour le Maroc oriental, disant : « il n'existe dans cette région du Maroc, aucun indice de mouvements post-miocènes ».

Par contre, d'autres auteurs attribuent une influence prépondérante aux phases néogènes. Gentil [**9**, p. 1-194] écrivit : « Les plis de l'Atlas saharien datent du Néogène, surtout de la deuxième phase de

1. Note présentée à la séance du 6 mars 1939.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

la période miocène ». Joleaud [**12**, p. 345-353] attribua les plis de l'Atlas saharien à une phase post-helvétienne et anté-tortonienne. Est-ce à dire que l'Atlas saharien est une marqueterie de régions plissées, les unes au Nummulitique, les autres au Néogène et irrégulièrement distribuées ?

D'autres auteurs ont pensé que les deux phases s'étaient superposées parmi lesquels on peut citer : Flamand [**7**, p. 794-795] pour le Sud-oranais, et Pervinquière pour la Tunisie. Cette opinion a été confirmée par les recherches récentes sur le Haut-Atlas marocain qui prolonge à l'Est l'Atlas saharien ; L. Moret [**20**, p. 182] écrivit en effet : « Mais rien ne prouve que ces complexes continentaux ne soient pas en partie éocènes. Ils témoignent donc d'une phase pyrénéenne de la chaîne, et comme, d'autre part, ils sont plissés avec les couches les plus anciennes, on peut penser que ces derniers mouvements, les plus importants, datent d'une phase plus spécialement miocène, donc alpine. »

Les plissements qui ont affecté l'Atlas saharien semblent bien être partout anté-miocènes. Des phases prémonitoires ont fait sentir leur influence pendant le Secondaire, d'autant plus anciennement que l'on se rapprochait du Haut-Atlas de Marrakech. G. Dubar [**6**] a noté que dans le Haut-Atlas de Midelt (Maroc) des rides s'étaient formées dès l'Aalénien-Bajocien. E. Roch [**23**] a signalé dans le Maroc oriental des mouvements jurassiques antékimeridgiens. G. B. M. Flamand [**7**, p. 431] a signalé la présence du Sénonien discordant sur le Lias dans le Sud-oranais. Mais ces plissements paraissent avoir été localisés et avoir eu une influence surtout sur la répartition des zones de sédimentation.

A peu près partout, le Miocène, lorsqu'il existe, soit marin, soit sous forme de couches rouges, est discordant sur tous les terrains antérieurs fortement érodés. Comme l'Éocène moyen est intéressé par les plissements, on peut dater la phase orogénique du Nummulitique supérieur, et même, plus précisément, dans certaines régions, du début de l'Éocène supérieur. C'est la phase de plissement principale, celle qui a donné sa structure à la plus grande partie de la chaîne.

Dans l'Aurès, j'ai pu constater qu'il s'était fait sentir deux phases de plissements, l'une anté-miocène, l'autre post-miocène. De plus, si la première phase datant du début de l'Éocène supérieur a affecté toute la région, la deuxième phase, post-miocène, a été étroitement localisée, principalement à ses bordures. Au cours du Pliocène, l'Aurès s'est comporté comme un horst qui s'est élevé rapidement entre deux régions qui s'abaissaient au Nord, et surtout au Sud. A la limite des différents compartiments, des plis se formaient dans une zone étroite. Dans l'Aurès, ces plis sont faciles à distinguer, car ils n'ont pas la même orientation ; les plis anté-miocènes sont SW-NE ; les plis post-miocènes sont sensiblemont E-W.

Le but du présent travail était de rechercher si dans le reste de l'Atlas saharien les plis post-miocènes existaient bien et n'étaient pas localisés principalement comme dans l'Aurès à ses bordures nord et sud.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

II. L'ACCIDENT SUD-ATLASIEN.

Tous les observateurs — même non géologues — géographes ou simplement voyageurs, ont été frappés par la netteté du contact entre les régions montagneuses de l'Atlas et l'immensité des plaines sahariennes. On a fait remarquer depuis longtemps que cette démarcation était aussi brusque que le rivage de la mer. Rien que l'examen de la topographie et l'aspect très jeune du relief font pressentir en ce point l'existence d'un accident récent.

Historique. — Rolland le premier a montré [**25**] que les terrains pliocènes étaient fortement redressés à la bordure sud de l'Atlas, dans la région du Zab Chergui.

Flamand [**7**, p. 616] a montré qu'à l'Ouest du méridien du Hodna jusqu'à la frontière marocaine, à la lisière nord du Sahara, les terrains cénomano-turoniens étaient redressés souvent jusqu'à la verticale, formant ce qu'il a appelé la « haute-muraille crétacée saharienne ». Il attribue à cet accident un âge pontien [p. 795].

J. Savornin [**31**, p. 33] a montré qu'à sa bordure nord, le continent saharien, de Gafsa à el Abiod Sidi Cheikh, était bordé par un fossé de sédimentation, comblé par des sédiments continentaux miopliocènes. Cet auteur a bien mis en évidence l'abaissement d'axe important subi par ce fossé au Sud de l'Aurès, formant ce qu'il a appelé la fosse Sud-aurasienne où l'épaisseur des sédiments continentaux atteindrait 2.800 mètres. Il montre que la bordure nord de ce fossé correspond à la « frontière naturelle entre la Berbérie et le Sahara, marquée en maints endroits par l'enfoncement brutal des strates, vers le Sud ».

En 1933 [**15**] j'ai montré l'importance des mouvements post-miocènes à la bordure sud de l'Aurès où ils ont formé la chaîne du djebel Rheliss.

Russo, dans un travail capital [**29**], montrait l'existence au Maroc d'un accident sud-atlasien prolongeant la « haute muraille crétacée » de Flamand ; malheureusement, il disait que l'on ne pouvait pas suivre cet accident vers l'Est, car, vers Biskra, il disparaissait sous le Tertiaire ! Il admettait ainsi implicitement pour cet accident un âge ancien, alors que tout concourt à montrer qu'il est très récent.

Menchikoff [**18**], à l'occasion d'une étude sur les confins algéro-marocains, montrait l'importance de cet accident, mais ne parlait pas de son âge.

Enfin, dans un travail récent [**17** *bis*], j'ai décrit cet accident là où longe l'Aurès, en soulignant son âge néogène.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Description.

Aucun auteur n'a envisagé cet accident dans toute son étendue, de la Tunisie à l'Atlantique ; pour essayer d'en dégager les caractères généraux, je vais donner un bref aperçu de sa constitution. Pour la région située entre Laghouat et la frontière tunisienne, j'ai pu faire des observations assez nombreuses pour qu'elles servent de bases à cette description ; par contre, pour les autres régions que je connais peu ou mal, c'est surtout sur les travaux antérieurs qu'elle sera basée.

1. *A l'Est de Biskra.* Nos connaissances sur le Sud de la Tunisie sont dues à Ph. Thomas, et aux auteurs des cartes détaillées au 1/200.000e : MM. Gevrey, et surtout Solignac.

Les premiers accidents E-W naissent sur la feuille el Ayecha aux environs de la Sebkhet en Noual. Deux anticlinaux forment les dj. Bou Hedma au Nord, et le dj. Chemsi au Sud ; plus à l'Ouest, un troisième chaînon, le dj. Orbata qui se raccorde après une torsion au dj. Bou Hedma, se termine vers Gafsa.

La formation de ces anticlinaux est très probablement, en partie au moins, post-miocène, car à leur périphérie, ils supportent le Pontien nettement incliné autour du dj. en Nedjilet, sur le flanc S du dj. Bou Hedma, sur le versant N du dj. Chemsi ; au S-E du dj. Orbata, il forme un synclinal très net.

Au Sud de Gafsa (feuilles Gafsa et Tozeur) les dômes qui constituent les dj. Sehib et Berda sont aussi dus en grande partie, à des mouvements post-pontiens, puisque cet étage est relevé sur la périphérie de ces montagnes.

Mais c'est surtout à l'Ouest de Gafsa (feuille Gafsa), que des accidents E-W très nets bordent au Nord le Sahara. Dans cette région, trois directions de plis se superposent : 1° des plis SW-NE, direction générale de l'Atlas saharien ; 2° des plis SE-NW, perpendiculaires aux précédents, de direction exceptionnelle ; 3° des plis E-W, jalonnés de Gafsa à la frontière algérienne par les djebel Alima et Bliji. Cette variété d'orientation avait, d'ailleurs, déjà attiré l'attention de divers auteurs (Blayac, Thomas...) ; elle est très nette même sur les cartes à grande échelle, notamment sur la carte au 500.000e. Elle est soulignée par les différences d'âges des divers plis. Le Tortonien et le Pontien sont transgressifs et discordants jusque sur le cœur des anticlinaux orientés au SW et au SE : au djebel Bellil et au djebel bou Ramli, ils recouvrent directement le Cénomanien et même l'Aptien, et sont restés à peu près horizontaux. Au con-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

traire, ces mêmes terrains reposent en concordance sur le Nummulitique de la chaîne de Gafsa et ont été plissés avec lui ; cela est particulièrement net aux environs de Redeyef où le Miocène s'engage dans un synclinal accessoire entre le djebel en Negueb et le djebel Alima, ainsi que sur tout le versant S de la chaîne, de Gafsa à Négrine ; en ce qui concerne cette dernière ligne, la coupe donnée par M. Solignac [35, p. 12], où l'on voit le Miocène en concordance sur le Nummulitique redressé avec lui à 45°, est particulièrement significative.

Ces plissements sont post-pontiens et vraisemblablement pliocènes sans que l'on puisse préciser davantage, car, jusqu'ici, le Pliocène n'a pas été reconnu dans la région.

On sait, depuis longtemps, qu'il existe des cailloutis quaternaires affectés par les plissements dans la région de Gafsa ; Roux [26], notamment, a montré la généralité du phénomène qu'il a signalé en plusieurs points de cette zone. Vaufrey [37] a pu dater ces mouvements, qui, d'après lui, se sont produits après le Chelléen, et avant le Moustiérien. Ces plis post-pontiens ont donc rejoué jusque pendant le Quarternaire.

Vers la frontière algéro-tunisienne, l'anticlinal du djebel Bliji est relayé par un nouvel anticlinal dont le flanc N constitue le dj. Manndra et le dj. Rhifouf. Entre les deux anticlinaux est un synclinal au cœur duquel sont pincées à l'Est de Tamerza les couches de base du Miocène (Tortonien continental). Le flanc S de l'anticlinal est affecté par des replis très aigus (dj. Brikiss ; Selkr el Begra) (voir pl. XIII, fig. 1). Après cet anticlinal en apparaît un autre vers l'Ouest, qui forme les dj. er Rihane, dj. ez Zegar et le kef er Rekram qui s'ennoie à son tour avant le Zarif es Sahel au delà duquel apparaît le dôme constituant le dj. Majour près de l'oasis de Négrine. Les terrains les plus bas qui apparaissent dans chacun de ces anticlinaux, depuis le dj. Bliji jusqu'à Négrine, sont de moins en moins anciens ; ce sont successivement : le Turonien (dj. Bliji), le Sénonien inférieur (dj. el Manndra), le Sénonien supérieur (safiet el Onk au Sud du dj. ez Zezar), l'Eocène inférieur (dj. Majour) ; ces anticlinaux ont, en effet, une amplitude décroissante vers l'Est jusqu'à Négrine. Par contre, sur la bordure sud de tous les accidents, le Miocène est relevé, témoignant de l'unité de la ligne de dislocation et de son âge récent. Cette série d'anticlinaux forme, de Gafsa à Négrine, une ligne de reliefs continue, sur environ 100 kilomètres, dominant les plaines environnantes de 4 à 800 mètres.

Plus au Nord, au delà du bassin situé entre Négrine et

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Feriana, rempli par le Néogène continental, se trouve une nouvelle zone de plissements post-pontiens. Elle débute vers Feriana par des plis sensiblement EW, constituant le djebel el Kerir, le dj. Goubeul, le dj. Serragui en Tunisie et se prolongeant en Algérie par le dj. Bottena. L'âge post-miocène de ces plis est prouvé parce que le Tortonien et même le Pontien sont redressés sur leurs flancs, tandis que ces terrains, dans la même région, aux environs de Kasserine, sont transgressifs jusque sur le cœur des anticlinaux et très peu plissés. Cette zone de plis post-pontiens se continue plus à l'Ouest, relayée par les anticlinaux qui forment le dj. Foua, puis, après un ennoyage, les dj. Onk, ez Zenad et Oum el Kemaken, ce dernier, par place, faillé sur son bord.

Vers l'Ouest, cet accident s'ennoie, mais il est remplacé par une flexure faisant disparaître les couches calcaires du Lutétien qui constituent le Sud des Monts des Nememchas à une altitude de 12 à 1.400 mètres, sous le Miocène continental qui affleure lui-même entre 2 et 400 mètres d'altitude (voir pl. XIII, fig. 2 à 4). Cette flexure se continue jusqu'aux environs de Khanguet Sidi Nadji et Djermoune, dans le SW de l'Aurès, où elle rencontre des plis plus accentués, orientés SW-NE, et sur lesquels le Pontien est discordant. A partir de là, on ne la retrouve plus. Cette flexure est essentiellement post-pontienne, puisque sur son versant S, le Pontien est redressé. Toutefois, cette région avait déjà été affectée, au moins légèrement, par les plissements antémiocènes; en effet, le Lutétien supérieur représenté par des marnes, a été déblayé par les érosions antépontiennes puisque l'on voit parfois le Pontien reposer en transgression directement sur les calcaires du Lutétien supérieur. Mais, plus au Sud, à partir de Séiar, cette flexure est séparée de la plaine saharienne par une série de reliefs orientés sensiblement de l'Est à l'Ouest, formant la chaîne du djebel Rheliss.

Ce sont les dj. Meslouah, Tajermount, Tirimbou, le kef mta Khanguet Sidi Nadji, les dj. Sidi Ziad, Rheliss, er Rieh, Guettaoua, Guerchirch, Guerchircheur ; chacun correspond à un anticlinal asymétrique, souvent faillé sur son bord N qui est parfois étiré, tandis que le bord S est régulièrement incliné vers le Sahara. Ces reliefs, bien individualisés dans le paysage, ont reçu des indigènes le nom de *Gueheb* ; ils sont formés par l'Éocène moyen, à l'Est, auquel s'ajoutent, vers l'Ouest, l'Éocène inférieur et le Crétacé le plus élevé. Sur leur flanc S, ils supportent le Miocène continental, relevé avec eux à 60 ou 70°, toujours sans discordance angulaire appréciable. Cependant, parfois, les couches les

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

plus élevées de l'Éocène ont été déblayées par les érosions anté-miocènes (dj. er Rieh), mais parfois aussi le Miocène fait suite en concordance à l'Éocène moyen; des sables, des grès, et des conglomérats représentant l'Éocène supérieur et l'Oligocène.

Au Sud de cette chaîne et témoignant de sa continuité longitudinale, le Pontien gréseux supporte les conglomérats pliocènes relevés à 45°, inclinés vers le Sud formant une ligne de hauteurs continue, depuis Négrine jusqu'à Biskra, bordant au Nord, la plaine des Grands Chotts. Chacune des collines de cet alignement appelé *Guerguitt*, domine le Quaternaire de 100 à 200 mètres. Cette formation très importante montre que *la chaîne du djebel Rheliss est, en partie, due à des mouvements post-pliocènes*. Ce Pliocène étant lui-même constitué par des poudingues à gros éléments étalés en une nappe de piedmont au Sud de l'Atlas, une phase pré-pliocène avait déjà soulevé la chaîne saharienne. On peut donc ici décomposer la formation de l'accident sud-atlasien en deux phases : l'une anté-pliocène, l'autre post-pliocène. Sur l'accident lui-même, l'importance de la phase anté-pliocène paraît minime puisque le Pliocène n'est pas discordant sur son substratum ; par contre, plus au Nord, vers l'intérieur de l'Atlas saharien, je l'ai observée en discordance nette sur le Pontien, montrant l'importance de cette phase (fig. 1).

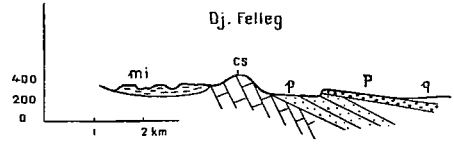


FIG. 1. — Environs d'el Outaïa.
Coupe montrant la discordance du Pliocène sur le Pontien.
P. Pliocène ; p, Pontien; Mi, Miocène inférieur marin; Cs, Crétacé supérieur.

En résumé, à l'Est de Biskra, l'Atlas saharien formé de plis anté-miocènes, est bordé, au Sud, par une série de plis post-miocènes, petits dômes ou anticlinaux se groupant en trois ensembles :

1° du Bled en Noual à Gafsa et Négrine, une chaîne méridionale ou chaîne de Gafsa;

2° au Sud de l'Aurès, la chaîne du djebel Rheliss.

3° Plus au Nord, de Feriana à Khanguet Sidi Nadji, la chaîne du djebel Onk, se transformant en une flexure à son extrémité W.

Les deux premières chaînes sont essentiellement post-pontiennes; la deuxième est même en partie post-pliocène, et la pre-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

mière a rejoué pendant le Quaternaire. La troisième, post-pontienne, située un peu plus au Nord, se trouve dans une région qui avait été déjà légèrement affectée par les plissements anté-miocènes.

2. *De Biskra à Figuig*, l'accident sud-atlasien a affecté les calcaires durs du Turonien, qui vivement redressés forment le premier relief s'élevant brusquement au Nord de la plaine saharienne. Déjà signalé par Péron, en 1880 [4, vol. II, f. 6, p. 38], cet accident fut comparé à une muraille par Rolland [25, p. 129] et décrit par Flamand [7, p. 616], sous le nom de « haute muraille crétacée saharienne ».

Cet accident est évidemment la prolongation de ceux que l'on observe à l'Est de Biskra, mais son étude est beaucoup moins aisée ; dans la région précédente, les sédiments tertiaires étaient bien représentés et datés par des faunes marines (Éocène et Miocène inférieur) et continentales (Mammifères pontiens du Djerid) ; ici, au contraire, le Tertiaire n'est représenté à peu près que par des couches rouges continentales sans fossiles, difficiles à dater. De plus, à l'Est de Biskra, les accidents récents de la bordure S de l'Atlas sont parallèles au bord du continent saharien, et orientés EW, tandis que les plissements éocènes sont obliques et orientés au NE.

Ici, au contraire, tous les plissements sont à peu près parallèles et orientés du SW au NE. Cependant, on peut reconnaître à la bordure sud de l'Atlas, une zone de plissements plus aigus, quoique d'une amplitude moindre et qui, s'ils ne peuvent être datés d'une manière absolue, sont cependant plus récents que les autres plis de la chaîne.

De Biskra à Tolga, des plis très aigus parfois faillés bordent la plaine quaternaire, constituant les reliefs appelés : gueheb ed Delouatt, guetaat en Nessara, dj. Dokkaila ; ces plis sont orientés du NE au SW, à peu près parallèlement aux plissements généraux de l'Atlas ; la différence d'orientation faible est cependant appréciable à la terminaison périclinale de l'anticlinal du dj. bou Rhezel où l'on peut constater une obliquité d'environ 10 à 15°. L'absence de terrains tertiaires datés ne permet pas d'affirmer que ces reliefs, formés à peu près uniquement par le Crétacé supérieur, sont encore post-nummulitiques. Ces terrains doivent exister en profondeur, mais les mouvements épirogéniques récents, qui à peu près partout ailleurs ont affecté l'Atlas saharien, semblent avoir eu ici une importance minimum, et seuls, les reliefs crétacés très accusés dépassent de la nappe d'alluvions.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

A partir de Tolga, l'orientation de l'accident Sud-Atlasien change à nouveau et il devient EW, contrastant localement avec les autres plissements. De Tolga à Chaïba, il est formé par une série d'anticlinaux assez aigus : dj. Oum Djenib, Guern bou Saïa, dj. Gouara, dj. Aroussine, dj. el Ksoum, contrastant nettement avec les plis de plus grande amplitude, mais moins serrés, situés plus au Nord ; de plus, ils sont souvent faillés. Le Nummulitique ne prend plus part maintenant à la constitution de ces reliefs à peu près uniquement formés par le Sénonien ; même le sommet du dj. el Ksoum est formé par les calcaires turoniens.

A partir de Chaïba, jusqu'aux confins marocains, l'accident Sud-Atlasien court du NE au SW, à la limite des chaînes plissées et du Sahara, à peu près parallèlement aux plis de l'Atlas. Il est beaucoup plus simple que dans les régions précédentes. A partir de Chaïba, il est constitué par une flexure passant au Sud des dj. Mimouna et Mzizou.

Au Sud de l'accident, le Sahara n'est plus, comme dans les régions orientales, formé par des atterrissements néogènes ou quaternaires mais par des terrains crétacés et nummulitiques légèrement plissés, formant non pas des plis aigus, mais simplement des dômes à grand rayon de courbure : dj. Touila, dj. Hamara, groun el Kebch.

Plus au SW, sur le versant S du djebel bou Kahil, l'accident Sud-atlasien est très net; un anticlinal jurassique très aigu, le

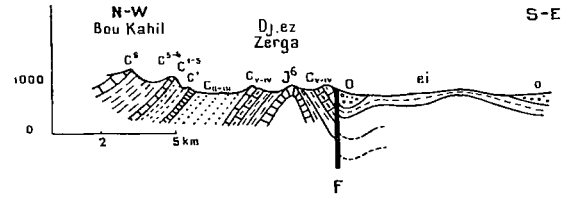


Fig. 2. — Bou Kahil. Accident sud-atlasien au SE du Bou Kahil.
J^6, Jurassique supérieur ; C_{V-IV}, Néocomien ; C_{II-III}, Barrémien et Aptien inférieur ; C_I, Aptien supérieur ; C^{1-3}, Albien ; C^{5-4}, Cénomanien ; C^6, Turonien ; ei, Éocène inférieur ; o, Oligocène,

dj. ez Zerga, relève à la verticale, sur son flanc S, l'Oligocène (voir fig. 2). Les étages crétacés doivent être étirés en profondeur, car même s'ils étaient relevés à la verticale, la largeur de la bande qu'ils devraient occuper est plus grande que la bande oligocène ; ce dernier terrain est transgressif et discordant. Cet accident se continue vers le SW, où il paraît former les dj. Senn et Sba el Hadid. Les terrains continentaux néogènes réapparaissent là sur la bordure sud de l'Atlas, mais leurs relations avec les

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

terrains crétacés sont mal connues et il faudra aller jusqu'à la bordure sud du dj. Amour pour avoir à nouveau des preuves stratigraphiques précises de l'âge plus récent des plis de la bordure sud de l'Atlas.

A partir des environs de Laghouat et jusque vers Figuig, l'accident sud-atlasien se traduit par la présence d'affleurements monoclinaux de calcaires turoniens formant d'immenses bancs, s'élevant au-dessus de la plaine saharienne et justifiant bien le nom de Haute-Muraille crétacée saharienne qui lui fut donné jadis.

Ces bancs résistants constitués surtout par les calcaires à Rudistes turoniens, représentent les flancs d'anticlinaux très récents. En allant vers le SW, ce sont à Laghouat même la crête des kefs Sridja et Tizigrarine portant l'ancien Ksar, aux environs de cette oasis, les dj. Ahmar et Khenag, Noumeur et Oum ed Deloua. Au SE d'Aïne Mahdi, les crêtes qui entourent les dekhla du N et du S d'el Tadjerouma, les larges crêtes du Rhellal d'el Maïa prolongées par le djebel el Ouassa et le djebel Oum el Meradjem sont analogues aux précédentes. Ce dernier relief est relayé par les hauteurs du dir ben Afiasse, d'el Koritt el Akhal, du dj. el Kart et d'el Kohol qui sont formées, d'après la carte au

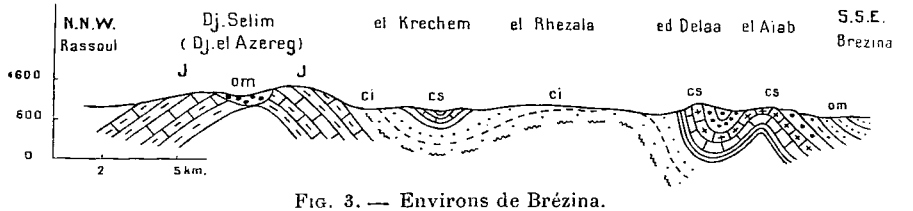


FIG. 3. — Environs de Brézina.
Coupe de la bordure SE de l'Atlas saharien entre Brézina et Rhassoul.
J, Jurassique ; Ci, Crétacé inf. ; Cs, Crétacé sup. ; om, Oligo-miocène (d'après F.).
(D'après G. B. M. FLAMAND (7, p. 576.)

1/500.000e, par les grès albiens. Par là, on arrive aux environs de Brézina où, à la bordure des anciennes chaînes plissées dans lesquelles le Mio-pliocène est discordant sur tous les terrains antérieurs jusqu'au Jurassique, se trouve un synclinal et un anticlinal sur les flancs desquels le Mio-pliocène est plissé en *concordance* avec les couches plus anciennes. A ce sujet, la coupe (fig. 3), établie d'après une coupe ancienne de G. B. M. Flamand [7, p. 576, fig. 105] est typique. Le djebel Messied, les versants sud des Massifs d'el Rhezala et du dj. Haimeur ont été affectés par ces plissements qui ont aussi donné naissance à l'anticlinal qui forme la Chebka de Brézina.

Ces plis se continuent vers el Abiod Sidi Cheïkr, oasis située dans un synclinal post-nummulitique dont le flanc NW forme

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

les grandes crêtes de la Msegma mta Si Cheïkr et la crête d'el Rhelida. Au Sud du synclinal, un anticlinal qui prolonge celui de Brézina, forme le dj. Tismert et la Chebkat Brézina. Ces accidents sont, encore, plus récents que les plis principaux de l'Atlas, comme le montre à l'évidence la coupe (fig. 4), due à mon ami J. Flandrin, établie d'après ses observations (1937), et celles plus anciennes de G. B. M. Flamand.

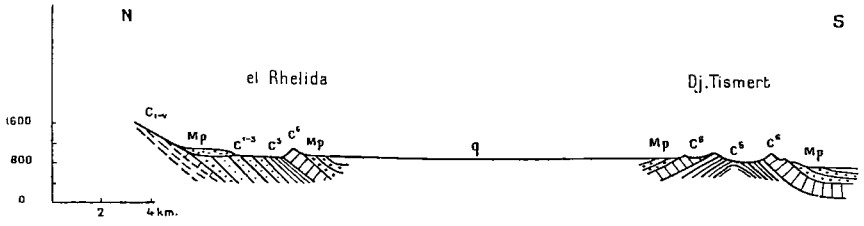


FIG. 4. — Environs d'el Abiod Sidi Cheikh.

Bordure SE de l'Atlas montrant le Mio-pliocène plissé à l'extérieur en concordance avec les autres terrains, horizontal et discordant vers l'intérieur; C_{I-IV}, Néocomien; C^{1-3}, Albien; C^5, Cénomanien; C^6, Turonien; Mp, Miopliocène. (D'après J. FLANDRIN, inédit.)

Ces accidents se continuent jusqu'aux environs de Figuig par les reliefs d'el Messitir et du dj. el Haimeur, mais dans cette région, il est difficile de les suivre, en l'absence aussi bien de carte topographique que de cartes géologiques détaillées; on sait, toutefois, que l'accident sud-atlasien y existe[1] comme partout ailleurs à la bordure S de l'Atlas [N. Menchikoff, 18, p. 147].

3. *Atlas saharien à l'Ouest de Figuig et Haut-Atlas marocain.* L'accident sud-atlasien se continue à l'Ouest de Figuig jusqu'à l'Atlantique qu'il atteint aux environs d'Agadir. Je n'insisterai pas sur sa description, dans cette région, car elle a déjà fait l'objet d'une étude précise de la part de P. et L. Russo [27].

Je ne voudrais insister que sur un point, l'âge récent de l'accident, car ces auteurs le considéraient implicitement comme ancien, puisqu'ils écrivaient : *au delà de Biskra, vers l'Est, des terrains récents revêtent les accidents possibles*, alors que j'ai montré, au contraire, que ces terrains étaient affectés par l'accident qu'ils permettaient ainsi de dater.

1. A partir d'el Messitir, l'accident est très bien marqué par une *faille* qui passe au Sud du Messitir, du dj. Taouzant, du dj. Kerdacha, de Duveyrier et dans les chaînons entre Figuig et Beni Ounif. Dans toute cette région la flexure-cassure saharienne est admirablement bien visible.

[*Note de* J. FLANDRIN *ajoutée en cours d'impression*].

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Moret [20, p. 182] a noté que les complexes continentaux post-éocènes étaient plissés sur les bordures de la chaîne, témoignant d'une phase miocène, alpine. Mais, c'est surtout E. Roch [23] qui a montré que cet accident, était d'âge récent : *l'Oligo-miocène du versant sud est nettement engagé dans les plis*, écrivait-il en parlant de la région située au Nord du Massif du Sarrho. De plus, dans cette partie du Haut-Atlas, cet auteur note aussi la discordance particulièrement nette de *l'Oligo-miocène reposant en couches presque horizontales sur la tranche des assises jurassiques, crétacées et éocènes*, en plusieurs points. On a là, comme dans l'Atlas saharien d'Algérie, une zone de plissements plus récents à la bordure S de la chaîne.

La morphologie confirme ces résultats comme on le verra ci-dessous. La plaine du Sous est occupée par un remplissement alluvial très important, indiquant là, comme dans le Sahara Sud-constantinois, un affaissement rapide et important du socle par rapport à la chaîne atlasienne.

Mais les arguments les plus précis sont ceux tirés de l'étude des terrains marins bien datés de la terminaison de l'Atlas vers l'Ouest, de part et d'autre du Cap Ghir. Là des terrains sédimentaires récents, pliocènes ou quaternaires, sub-horizontaux sont situés entre deux et trois cents mètres d'altitude, mais vers Agadir, au Sud, ils s'abaissent brusquement au-dessous du niveau de la mer. Il y a là, la preuve d'un accident récent à la bordure S de l'Atlas, ou tout au moins, du rejeu d'un accident pas très ancien qui s'identifie à l'accident Sud-atlasien, dont on ne peut donc mettre en doute l'âge, au moins en partie, post-pliocène.

On ne peut malheureusement pas être tout à fait affirmatif en ce qui concerne l'âge exact de ces accidents, car les auteurs ne sont pas exactement d'accord sur l'âge des sédiments affectés. J. Bourcart [2, 3], Jaranoff [11] les considèrent comme chelléens; l'accident serait donc post-chelléen. De plus, l'existence, d'après Jaranoff (*loc. cit.*, p. 316), en contre-bas du plateau d'Aferni, près du Cap Rir où la plage soulevée est vers 300 m. d'altitude, d'une plage moustiérienne à 30 m. d'altitude, indique qu'une première phase, la plus importante, serait anté-moustiérienne, tandis qu'il existerait une deuxième phase post-moustiérienne beaucoup moins importante.

Mais E. Roch et M. Gignoux [23] attribuent la faune de ces couches au Pliocène et fixent, par conséquent, cet âge aux couches qui les contiennent. Si on adopte cette interprétation, les mouvements peuvent être plus anciens. Mais, de toutes façons, ils sont post-pliocènes.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Preuves de l'âge récent de l'Accident sud-atlasien.

Au cours de la description détaillée ci-dessus, on a vu qu'en de nombreux points, on avait pu prouver stratigraphiquement l'âge récent de l'accident, des couches rouges pontiennes et pliocènes, bien datées par des Mammifères (Sud-tunisien), ou par leur superposition à des couches marines miocènes (Sud-constantinois) étant intéressées par les plissements.

Là où ces couches sont datées, elles apportent une certitude ; mais malheureusement elles n'existent pas partout et, de plus, l'on ne peut se baser sur les analogies de faciès pour fixer leur âge. La rareté des fossiles dans ces formations en rend, d'ailleurs, l'étude difficile. Aussi ai-je cherché à voir si l'étude morphologique ne pouvait pas compléter les données obtenues grâce à la stratigraphie. A ce sujet, les profils en long des oueds sont particulièrement significatifs.

Dans l'Atlas saharien, les rivières permanentes sont malheureusement assez rares, n'existant guère que dans la région orientale ; aussi est-ce là que j'ai pris des exemples.

L'oued el Arab est formé par la réunion, dans la plaine du Sud de Khenchela, d'un certain nombre de ravins secs, sauf au moment des pluies, et dont la tête se trouve sur les flancs du massif de Khenchela au Kef Tissekla et sur le Malou du djebel Djahfa à des altitudes comprises entre 14 et 1600 m. Il porte d'abord le nom d'oued el Orherour, puis celui d'oued Rharbour, et dans cette partie de son cours a un profil qui peut être presque considéré comme un profil d'équilibre (fig. 5). Plus bas, cet oued prend le nom d'oued el Hatiba, puis d'oued el Abiod, enfin d'oued el Arab qu'il conservera jusqu'à son débouché dans la plaine saharienne au khanguet Sidi Nadji. Dans toute cette partie, la rivière a un cours rapide et est parfois encaissée dans des gorges assez profondes lorsqu'elle traverse des roches dures (calcaires santoniens à l'Ouldja, calcaires maestrichtiens en aval de Tebouïahmed, calcaires éocènes dans le khanguet Sidi Nadji) ; dans la plaine saharienne, enfin, l'oued coule dans ses alluvions avec une pente très faible.

Ce profil peut être interprété de la manière suivante : la section la plus haute correspondant à un profil d'équilibre ancien doit être datée du Pontien. En effet, cet oued est postérieur au Miocène inférieur représenté dans la région par des sédiments marins ; d'autre part, un stade de maturité comme celui-là n'a pu se produire que pendant une période calme, c'est-à-dire avant

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

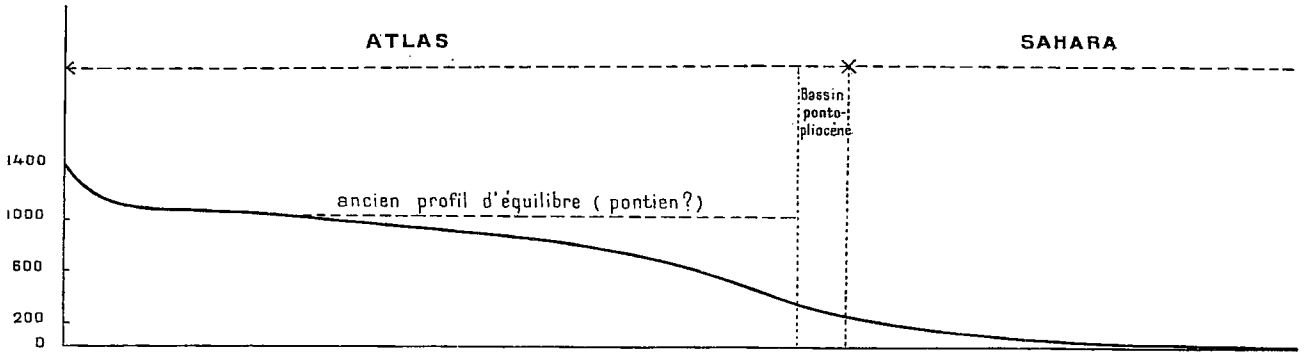


Fig.5 - Profil longitudinal de l'oued el Arab

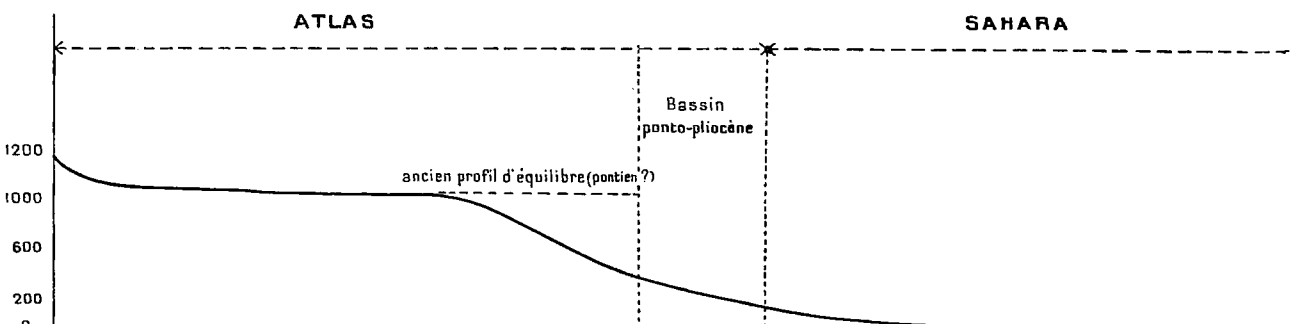


Fig.6 - Profil longitudinal de l'oued Guentis

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

le Pliocène : des masses énormes de poudingues de piedmont. déposés au pied de l'Aurès, témoignent pendant cette période d'un rajeunissement du relief incompatible avec l'établissement de formes témoignant d'un stade de maturité.

Si l'on prolonge ce profil vers l'aval, on constate qu'il se trouve à 1.000 m. environ au-dessus du cours actuel de l'oued dans la plaine saharienne, ce qui indique un exhaussement au moins équivalent de l'Aurès dû aux mouvements épirogéniques. Ce résultat est en accord avec un autre fait qui le confirme : la présence du niveau de base du Miocène marin vers 1.400 m. d'altitude dans cette région. Le déplacement relatif est d'ailleurs plus considérable puisque, depuis le Pontien, il s'est accumulé une grande épaisseur de sédiment — peut-être 2.000 m. — dans la basse vallée de l'oued.

Le cours moyen de l'oued correspond, au contraire, au creusement consécutif aux mouvements épirogéniques. Le cours inférieur ne correspond d'ailleurs pas à un profil d'équilibre acquis par l'érosion, mais à un cours établi sur ses propres alluvions, dans lesquelles il n'a souvent pas de trajet défini.

Les autres oueds ont un profil analogue qui peut être interprété de la même manière. Ainsi l'oued Guentis — oued bou Doukhane — oued el Mitta, dans les Monts des Nememchas, a, dans les trois parties de son cours, des allures très différentes. Le cours supérieur, parfois mal défini (plaine de Gassès), ne s'abaisse en plus de 50 km. jusqu'au foum Guentiss que de 150 m., tandis qu'immédiatement en aval, sur un trajet de moins de 30 km. il s'abaisse de 600 m. (fig. 6).

Des faits analogues s'observent dans les autres parties de l'Atlas saharien où ils sont toutefois moins nets, car la ligne de partage des eaux se trouve ailleurs plus près du versant sud. Quoi qu'il en soit, il semble que *partout l'Atlas a été récemment soulevé par rapport au Sahara, ce qui explique la limite si tranchée des deux régions qui, en Algérie, est souvent aussi nette que le rivage de la mer.*

L'accident Sud-atlasien marque ainsi la limite structurale du Sahara, nette et précise, qui a paru évidente aux anciens auteurs, et a été figurée à plusieurs reprises sur des cartes à petite échelle [J. Savornin, **31**, **32**]. Cette particularité oppose le Nord et le Sud du Sahara où cette région n'a qu'une limite climatique séparant le désert du Sahel et de la forêt tropicale sans correspondre à aucun accident du sous-sol.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

III. ACCIDENTS NORD-ATLASIENS

Ce n'est pas seulement à la bordure S de l'Atlas qu'il existe des plissements plus récents que ceux des parties axiales de la chaîne.

En Tunisie et dans l'Algérie orientale, la limite N de l'Atlas saharien est peu nette, car il rejoint les zones littorales où des plissements importants ont eu lieu pendant le Néogène. Dans le département de Constantine, au Sud des Hautes-Plaines, entre celles-ci et l'Aurès, depuis les environs de Khenchela jusqu'à ceux de Batna, une flexure affecte les terrains miocènes, réplique moins importante de ce que l'on observe au S. On voit sur la fig. 7 qui représente une coupe au Nord du massif du Chellia que cette flexure est bordée au Nord par un anticlinal. Toutes les Hautes-Plaines ont, d'ailleurs, été affectées par des déformations plus ou moins importantes.

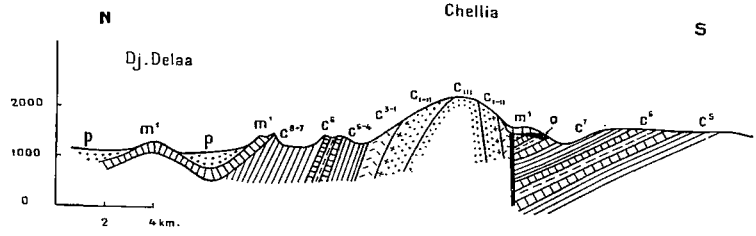


FIG. 7. — Massif du Chellia.

Miocène transgressif et discordant, scellant une faille dans l'intérieur de la chaîne ; plissé vers l'extérieur.

CIII, Barrémien ; CI-II, Aptien ; C³-¹, Albien ; C⁵-⁴, Cénomanien ; C⁶, Turonien ; C⁸-⁷, Sénonien ; o, Oligocène ; m¹, Miocène inférieur marin ; p, Pontien.

A l'extrémité sud-orientale du Hodna, une flexure borde encore le Massif du Metlili ; mais, au delà, vers l'Ouest, au Nord des Monts des Zibans, la chaîne est empâtée dans le Quaternaire et on ne distingue plus d'accident à sa bordure nord.

A partir de ce point, vers l'Ouest, au Sud des Hauts plateaux algérois et oranais, nulle part la transgression miocène n'a atteint l'Atlas saharien et le Tertiaire n'est plus représenté que par des sédiments continentaux mal datés. Il existe cependant au Nord de l'Atlas, comme à sa bordure sud, une zone de plissements plus accentués, disposition sur la généralité de laquelle Russo a déjà attiré l'attention [28]. Il semble que, au Nord comme au Sud, la zone bordière soit plus récente que les plissements

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

principaux. Plus à l'Ouest, au Maroc, au Nord du Haut-Atlas, L. Moret a décrit des flexures qui limitent au Sud le Haouz de Marrakech rempli de sédiments rouges probablement néogènes, et limité par des flexures au voisinage desquelles ces couches sont vivement redressées.

A la différence de l'accident qui bordait au Sud l'Atlas saharien et qui était continu de la Tunisie jusqu'à l'Atlantique, celui de la bordure nord est discontinu. Cela tient à ce que le socle qui borde au Sud la chaîne est continu, tandis que ceux qui la bordent au Nord sont discontinus et affectés par des cassures : Meseta marocaine, Meseta oranaise et Hauts-Plateaux algérois, Hauts-Plateaux constantinois, séparés par le Moyen Atlas d'une part, les Monts du Hodna et du Bellezma, d'autre part.

IV. ACCIDENTS DE LA BORDURE DU SAHEL TUNISIEN

La zone plissée principale de la Tunisie est formée par la réunion de l'Atlas saharien et de l'Atlas tellien ; elle couvre tout le NW de la Régence et est caractérisée par des plissements orientés du SW au NE. Le Sud est le domaine des plissements post-nummulitiques orientés EW, étudiés ci-dessus. L'Ouest, la région du Sahel (sahels de Sousse et de Sfax) est entièrement recouvert par des sédiments néogènes sub-horizontaux ; il s'agit vraisemblablement, comme l'a supposé L. Joleaud [**13**], d'un socle qui n'a jamais été plissé. Ce socle est bordé vers l'Ouest par une série de chaînons orientés Nord-Sud, dont les principaux sont du Sud au Nord : les djebels Djebs, au Nord du bled en Noual, les dj. Gouleb et Bou Dinar. Ces reliefs sont formés par les terrains crétacés et nummulitiques qui relèvent à leur périphérie le Pontien ; ce sont donc nettement des accidents post-nummulitiques. Cette ligne est prolongée au Nord, dans la région de Kairouan par une série de reliefs, l'une comprenant les dj. Goubrar, Krechem el Artsouma, es Siouf, ech Cherahine, es Sioff, à l'Est, l'autre comprenant les dj. Si Kralif, Gadoum, Nara, Touil à l'Ouest. Ces deux séries de relief sont formées par le Jurassique (dj. Nara), le Crétacé et surtout le Nummulitique jusqu'à l'Oligocène inclus. Ces plissements sont donc certainement post-nummulitiques. Comme, de plus, au SW de Kairouan, le Miocène jusqu'au Vindobonien est concordant sur les flancs des anticlinaux et plissé avec les terrains antérieurs, on peut, là, affirmer l'âge post-miocène de ces plis.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

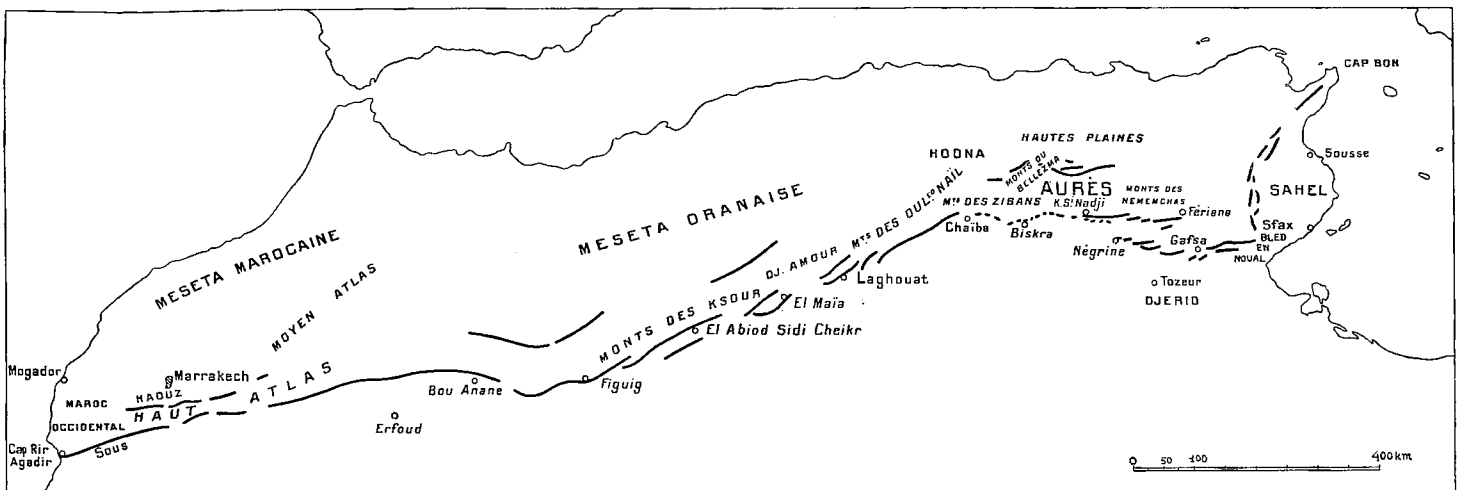


FIG. 8. — Indication des axes anticlinaux post-nummulitiques dans l'Atlas saharien ; à l'Ouest tracé schématique, d'après P. et L. Russo.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Ils se prolongent à l'Ouest et au Nord de Kairouan où ils rejoignent les plis principaux de l'Atlas.

En résumé, on voit que le socle qui forme le Sahel tunisien est bordé à l'Ouest par une série de plis post-nummulitiques et même post-vindoboniens, orientés sensiblement Nord-Sud.

V. RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

A la limite de l'Atlas saharien et des socles qui le bordent, après les plissements principaux qui ont donné sa structure à la chaîne, se sont formés pendant le Néogène des plis généralement assez aigus. Là où on peut le mieux les dater, en Tunisie et dans le département de Constantine, il semble qu'ils soient dus à une phase post-miocène et anté-pliocène à laquelle s'est parfois surajoutée une phase post-pliocène.

Surélévation de l'Atlas.

Un des effets de ces accidents a été de surélever l'Atlas par rapport aux régions avoisinantes. L'amplitude de ce mouvement en certains points (Aurès) paraît considérable : 1.000 à 3.000 mètres.

Au Maroc oriental, les travaux de Bourcart puis de Roch ont montré que pendant le Quaternaire, l'Atlas s'était soulevé de plus de 300 m., par rapport aux régions qui le limitent au Nord et au Sud ; les plissements sont localisés dans les régions « charnières ». Ces mouvements de surélévation sont ceux qui ont porté les sommets de l'Atlas à leur altitude actuelle, souvent considérable, à peu près toujours au-dessus de 2.000 m., parfois au-dessus de 4.000 (Haut-Atlas marocain).

En se plaçant au point de vue actuel, on peut donc dire que : *les plissements anté-néogénes ont donné à l'Atlas saharien sa structure et les mouvements post-nummulitique lui ont donné son relief.*

Ainsi l'Atlas saharien a formé, au Néogène, un horst surélevé par rapport aux régions avoisinantes. Il y a là, en grand, un phénomène très analogue à celui dont Louis Glangeaud a signalé l'existence dans le détail en divers points des régions telliennes du département d'Alger.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Éloignement des bassins de sédimentation.

Une des conséquences de ces mouvements de surrection de l'Atlas a été d'éloigner de la chaîne les bassins de sédimentation continentale qui la bordaient. Jusqu'au Néogène, de tels bassins avaient existé nombreux à l'intérieur même de la chaîne, ensuite, il semble qu'ils l'aient surtout bordée. Mais au cours du Pliocène et du Quaternaire, ils ont été rejetés au Nord et au Sud. On peut citer de nombreux exemples, je n'en retiendrai que trois très nets : 1° Le bassin des Grands Chotts sud-constantinois rejeté au Sud dans sa situation actuelle, tandis que les sédiments qu'il déposait au Pontien et au Pliocène, au pied de l'Atlas, sont vivement redressés et aujourd'hui soumis à l'érosion ; 2° Le bassin miocène de Timgad auquel ont succédé aujourd'hui les bassins du Garaet et du Tarf et autres chotts des Hautes-Plaines constantinoises ; 3° Le Haouz de Marrakech, dont les sédiments anciens, probablement miocènes, sont visibles au pied de l'Atlas, tandis que l'axe géographique du Bassin actuel est reporté au Nord au pied des Djebilets, marqué par le cours de l'oued Tensift. Il y a, d'ailleurs, au moins une exception à cette règle. Le bassin du Hodna, situé au Nord de l'Atlas, comme l'a fait remarquer J. Savornin [30], s'est déplacé du Nord vers le Sud. Cela tient à ce que les mouvements épirogéniques qui ont affecté l'Atlas ont été minimum en ce point, tandis que, au Nord, les monts du Hodna ont été vivement soulevés pendant le Néogène. Mais c'est là une exception due à des circonstances purement locales.

Ancienneté de la ligne sud-atlasienne.

La plus importante des lignes suivant lesquelles se sont produits les mouvements post-nummulitiques est celle qui borde l'Atlas au Sud, le séparant du Sahara. Elle semble avoir marqué depuis toujours une limite importante, car, dans toute la série stratigraphique, elle coïncide avec des changements de faciès importants : la série est totalement différente au Nord et au Sud depuis le Primaire.

Menchikoff [18] a montré qu'elle coïncidait avec des changements de faciès et d'épaisseur importants au Primaire dans le Sud-marocain. Savornin [32] a insisté sur le fait que cette ligne coïncidait à peu près rigoureusement avec la limite d'extension des mers liasiques du Sud-marocain au Sud-tunisien et N. Menchikoff [18] a retrouvé le long de cette ligne les faciès néritiques

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

et récifaux de la bordure de la mer liasique. Elle coïncide aussi à peu près avec la limite d'extension des mers jurassiques qui ne l'ont débordée au Sud qu'en Tunisie. Elle a aussi souvent coïncidé avec le rivage des mers du Crétacé inférieur et si elle a été franchie par les mers du Crétacé supérieur, elle a continué à marquer une limite importante le long de laquelle l'épaisseur des sédiments variait considérablement. Au Néogène enfin, cette ligne marque, dans sa partie orientale, la limite qu'atteignirent vers le Sud, dans l'Aurès et en Tunisie, les transgressions marines.

Ce bref aperçu — que je ne veux pas faire plus long, car ce serait montrer toutes les différences de faciès entre le Sahara et la Berbérie — prouve bien que cette ligne a joué pendant toutes les périodes de l'histoire de la région, du Primaire au Quaternaire, un rôle essentiel.

Importance en profondeur de l'accident sud-atlasien.

Cette importance est confirmée par les anomalies signalées par Savornin [33] — à la suite des études de l'Institut de Physique du Globe d'Alger — de la composante horizontale du champ magnétique au niveau du sol, le long de cet accident. Cela prouve l'importance que doit avoir cette ligne jusque dans le sous-sol profond. Il serait intéressant de compléter ces études de Physique du Globe par des études de variations de g qui doivent être nettes le long de cette ligne qui sépare une région qui s'enfonce (bordure nord du Sahara), d'une région qui s'élève (Atlas), et cela particulièrement au Sud de l'Aurès où ces mouvements ont eu récemment une ampleur considérable.

Accidents contemporains en Afrique.

L'ancienneté de cet accident ne doit cependant pas faire oublier qu'il a joué un rôle particulièrement important au Néogène. C'est probablement parce qu'il coïncide avec une zone faible qu'il a ressenti le contrecoup des plissements néogènes avec une particulière intensité. Pendant les phases de distension qui ont suivi les plissements, les zones nord et sud de l'accident, de constitution si différente — le Sahara recouvert seulement d'une mince couverture de sédiments sur le socle hercynien, l'Atlas où, au contraire, les sédiments atteignent une épaisseur souvent considérable, qui, en Algérie, est partout supérieure à 5.000 m. — se

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

sont comportées de manière opposée, l'une s'élevant, l'autre, s'abaissant.

Cet accident n'est d'ailleurs pas unique en Afrique ; il est contemporain de ceux qui ont découpé l'Afrique orientale, donnant naissance au « rift ralleys ». Comme eux, il paraît être principalement de la fin du Néogène et avoir rejoué jusque pendant le Quaternaire. Tout le continent africain doit d'ailleurs avoir été disloqué à ce moment, car R. Furon [8] a fait remarquer que c'est de cette époque que doivent aussi dater les dislocations de l'Afrique occidentale. La différence de constitution des accidents provient de ce que les uns sont situés à l'intérieur d'un socle qu'ils morcellent, les autres à la limite du socle et des chaînes plissées.

A la suite de la communication et des projections qui l'ont suivie, le **R. P. Teilhard de Chardin** fait remarquer l'analogie de cet accident et des Siwaliks.

R. Laffitte souligne l'identité de situation des deux accidents à la bordure du plissement alpin au contact des socles qui le bordent au Sud, Sahara d'une part, Inde péninsulaire, d'autre part.

Dans les deux cas, il s'agit d'accidents récents. Les puissantes formations pontiennes et pliocènes formant les premières collines au Nord des Grands Chotts Sud constantinois, sont analogues aux collines des Siwaliks.

BIBLIOGRAPHIE

a) **Ouvrages.**

1. Blayac J. — Le pays des Nemenchas à l'Est des Monts Aurès (Algérie). *Annales de Géographie*, t. VIII, 1899, p. 141-159, 1 carte au 1/1.000.000e, trois coupes, 1 croquis tectonique.
2. Bourcart J. — Premiers résultats d'une étude du Quaternaire marocain. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e s., t. XXVII, 1927, p. 3-33.
3. Bourcart J. — Résultats d'ensemble d'une étude du Quaternaire et du Pliocène marin du littoral atlantique du Maroc et du Portugal. *Compte rendu du IVe Congrès des géographes et des ethnographes slaves*. Sofia, 1937, p. 57-69.
4. Cotteau, Peron, Gauthier. — Échinides fossiles de l'Algérie. 3 vol. Paris, Masson, 1874-1891.
5. Dresch J. — A propos de travaux récents sur l'évolution morpholo-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

gique du Maroc atlantique. *Revue de Géographie physique et de Géologie dynamique*, Paris, 1937, vol. X, fasc. 2, p. 163-173, 3 fig.

6. Dubar G. — Sur la formation de rides à l'Aalénien et au Bajocien dans le Haut-Atlas de Midelt. *CR. Ac. Sc.*, t. CCVI, n° 7, 14 juin 1938, p. 525-527.
7. Flamand G.B.M. — Recherches géologiques et géographiques sur le Haut-Pays de l'Oranie et sur le Sahara (Algérie et Territoires du Sud). *Service géologique des Territoires du Sud de l'Algérie* et *Thèses sciences*, Lyon, 1911, 1004 p., 157 fig., 22 cartes, 16 pl.
8. Furon R. — Essai sur l'évolution structurale de l'Afrique occidentale. *Bull. Ag. gén. Col.*, Paris, 1933, n° 293, p. 1037-1066.
9. Gentil L. — Sur l'origine des plissements de l'Atlas saharien. *CR. Ac. Sc.*, CLIV, 1912, p. 1191-1194.
10. Gregory J.W. — The rift valleys and geology of East Africa. London, 1921, 479 p., XX pl., 1 carte au 1/60.000.000e.
11. Jaranoff D. — L'évolution morphologique du Maroc atlantique pendant le Pliocène et le Quaternaire. *Revue de Géographie physique et de Géologie dynamique*, Paris, 1936, vol. IX, fasc. 3, p. 301-332, pl. I-III.
12. Joleaud L. — Étude géologique de la chaîne numidique et des Monts de Constantine. *Thèse Sciences*, Paris, Montpellier, 1912, 438 p., 8 fig., 1 tabl. et 8 pl. h. t.
13. Joleaud L. — Esquisse tectonique de l'Atlas. *Comptes rendus Congrès géol. intern.*, XIII, Bruxelles, 1922, p. 873-885; 1 fig. (esquisse tecton. de l'Atlas au 1/12.000.000e).
14. Joleaud L. — Algérie et Tunisie. *in* La Géologie et les Mines de la France d'outre-mer. Paris, 1932, 128 p., fig.
15. Laffitte Robert. — Sur la tectonique du Sud du Massif de l'Aurès. *CR. Ac. Sc.*, t. CIIIC, p. 1439, séance du 4 déc. 1933.
16. Laffitte Robert. — La formation et l'épaisseur des sédiments dans l'Aurès (Algérie) et dans quelques autres régions du bord sud de la Mésogée. *Archives du Muséum*, vol. du Tricentenaire, 6e série, t. XII, 1935, p. 201-206.
17. Laffitte Robert. — Structure et relief de l'Aurès (Algérie). *Bull. de l'Association de géographes français*, 1939, n° 119, p. 34-39.

17 *bis*. Laffitte Robert. — Étude géologique de l'Aurès (Algérie). *Thèses Sciences*, Paris, 1939. 1 vol. 484 p., 26 fig., XXXIV + 10 pl. h. t.

18. Menchikoff N. — Études géologiques sur les confins algéro-marocains du Sud. *B.S.G.F.*, 5e s., t. VI, 1936, p. 131-148, 1 fig.
19. Moret L. — Recherches géologiques dans l'Atlas de Marrakech. *Notes et Mémoires du Service des Mines et de la Carte géol. du Maroc*, n° 9, Grenoble, 1931, 262 p., 38 fig.
20. Moret L. — Carte géologique provisoire de l'Atlas de Marrakech. Notice explicative. *Service des Mines et de la Carte géol. du Maroc* ; Notes et Mémoires n° 19, 1930.
21. Neltner L. — Études géologiques dans le Sud marocain (Haut-Atlas et Anti-Atlas). *Service des Mines et de la Carte géol. du Maroc* ; Notes et Mémoires n° 42, Rabat, 1938, 300 p., 53 fig., XIV planches h. t.
22. Pervinquière L. — Étude géologique de la Tunisie centrale. *Thèses*

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Sciences, Paris, 1903, n° 119, 1 vol. 360 p., 42-XXXVI fig., III pl. h. t. ; 1 carte au 1/200.000e.

23. Roch E. — Études géologiques dans la région méridionale du Maroc occidental. *Notes et Mémoires du Service de la Carte géol. du Maroc*, 1930, 542 p., 75 fig.

24. Roch E. — L'Oligo-Miocène du versant sud du Haut-Atlas marocain. *CR. Ac. Sc.*, t. CCV, n° 4, p. 289-290, 1 fig.

25. Rolland G. — Géologie du Sahara algérien et aperçu géologique sur le Sahara de l'Océan atlantique à la Mer Rouge.

Rapport géologique, *in* Documents relatifs à la mission dirigée au Sud de l'Algérie par A. Choisy, Paris, I.N., 1890, p. 113-392, XLI planches.

26. Roux H. — Les plis des environs du Redeyef (Sud-tunisien) *B.S.G.F.*, 4e s., t. XI, 1911, p. 249-284, 5 fig.

27. Russo P. — Recherches géologiques sur le territoire des Hauts-Plateaux. *Annales de l'Université de Lyon* ; nlle série, I, f. 46, et Thèses Sciences, Lyon, Lyon-Paris, 1927, 280 p., 51 fig., 1 pl. h. t. ; et 1 carte géol.

28. Russo P. — Rôle et tectonique générale de l'Atlas saharien. *A.F.A.S.*, Grenoble, 1925, p. 300-302, 1 fig.

29. Russo P. et L. — Le Grand accident Sud-atlasien. *B.S.G.F.*, 5e s., t. IV, 1934, p. 375-384, pl. XX, 1 carte.

30. Savornin J. — Étude géologique de la région du Hodna et du Plateau sétifien. *B.S.C.G.A.* 2e s., n° 7, *Thèses Sciences*, Lyon, Alger, 1920, 93 fig., 502 p., 2 pl. h. t.

31. Savornin J. — Les territoires du Sud de l'Algérie. Esquisse géologique et hydrologique. Alger, 1930, 67 p., 4 pl., h. t. ; 1 carte géol.

32. Savornin J. — La géologie algérienne et Nord-africaine depuis 1830. Masson, Paris, 1931, 400 p., XXIII pl. h. t.

33. Savornin J. — Topographie souterraine et déclinaison magnétique (Algérie et Territoires du Sud). *C.R.S.S.G.F.*, 1935, f. 11, 12, p. 157-159.

34. Savornin J., Bétier G., Joleaud L. — Esquisse structurale et Bibliographie sommaire *in* Notice explicative des cartes géologiques au 500.000e Constantine-Nord, Constantine-Sud. *Bull. Serv. Carte Géol. Algérie*, n° h. s., Alger 137, p. 115-127, 1 sch. h. t.

35. Solignac M. — Le Pontien dans le Sud tunisien. *Ann. Université Lyon*, n. s. I, f. 48, p. 1-42, pl. I-IV (avec une description de la faune pontique par F. Roman).

36. Thomas Ph. Essai d'une description géologique de la Tunisie. *Exploration scientifique de la Tunisie*, Paris, I. N., 942 p., 3 vol., 1907-1909-1913.

37. Vaufrey R. — Les plissements acheuléo-moustériens des alluvions de Gafsa. *Revue de géographie physique et de géologie dynamique*. Paris, 1932, vol. V, fasc. 3, p. 299-322, fig. 1-11, pl. XXVIII-XXXIV.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

b) Cartes géologiques.

I. Tunisie.

Carte géologique au 500.000e par M. Solignac.

Carte géologique au 200.000e par M. Solignac, P. Gevrey, H. Schoeller...

II. Algérie.

Carte géologique au 500.000e. Feuilles Constantine-nord, Alger-nord, Alger-sud, par G. Bétier, L. Joleaud, J. Savornin...

Carte géologique au 200.000e. Feuille Messad par Ritter et Brives.

III. Maroc.

Carte géologique au 1.500.000e (Anonyme).

Carte géologique au 200.000e de l'Atlas de Marrakech, par L. Moret.

Carte géologique au 200.000e de la zone synclinale de Mogador, des Abda et de l'Atlas occidental, par E. Roch.

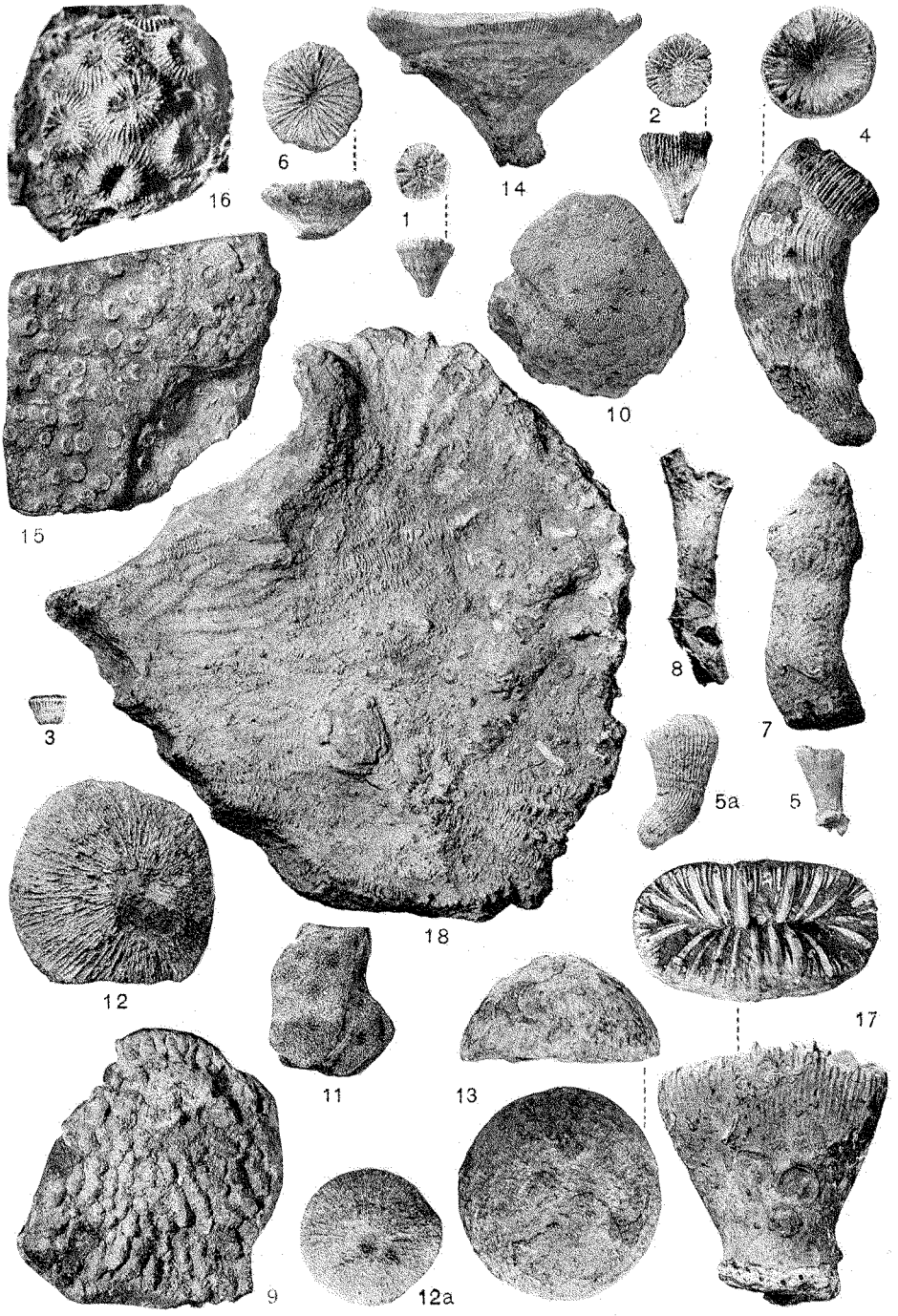
EXPLICATION DE LA PLANCHE XIII

Fig. 1. — Anticlinal de Tamerza. Au cœur de l'anticlinal marnes daniennes, sur les flancs alternances de marnes et de calcaires de l'Éocène inférieur ; dans le synclinal adjacent (angle supérieur gauche) miocène (Tortonien continental) plissé.

Fig. 2, 3 et 4. — Trois aspects de la flexure saharienne au Sud des Monts des Nememchas (dj. Onck). Ces photographies montrent les marnocalcaires éocènes sub-horizontaux plongeant brusquement vers le Sahara sous les assises pontiennes et pliocènes ; les couches néogènes sont surtout visibles sur la figure 2 où les sables pontiens sont recouverts par des alluvions (terrasses) tandis que les poudingues pliocènes forment la dernière colline restée en relief en avant de la plaine quaternaire saharienne.

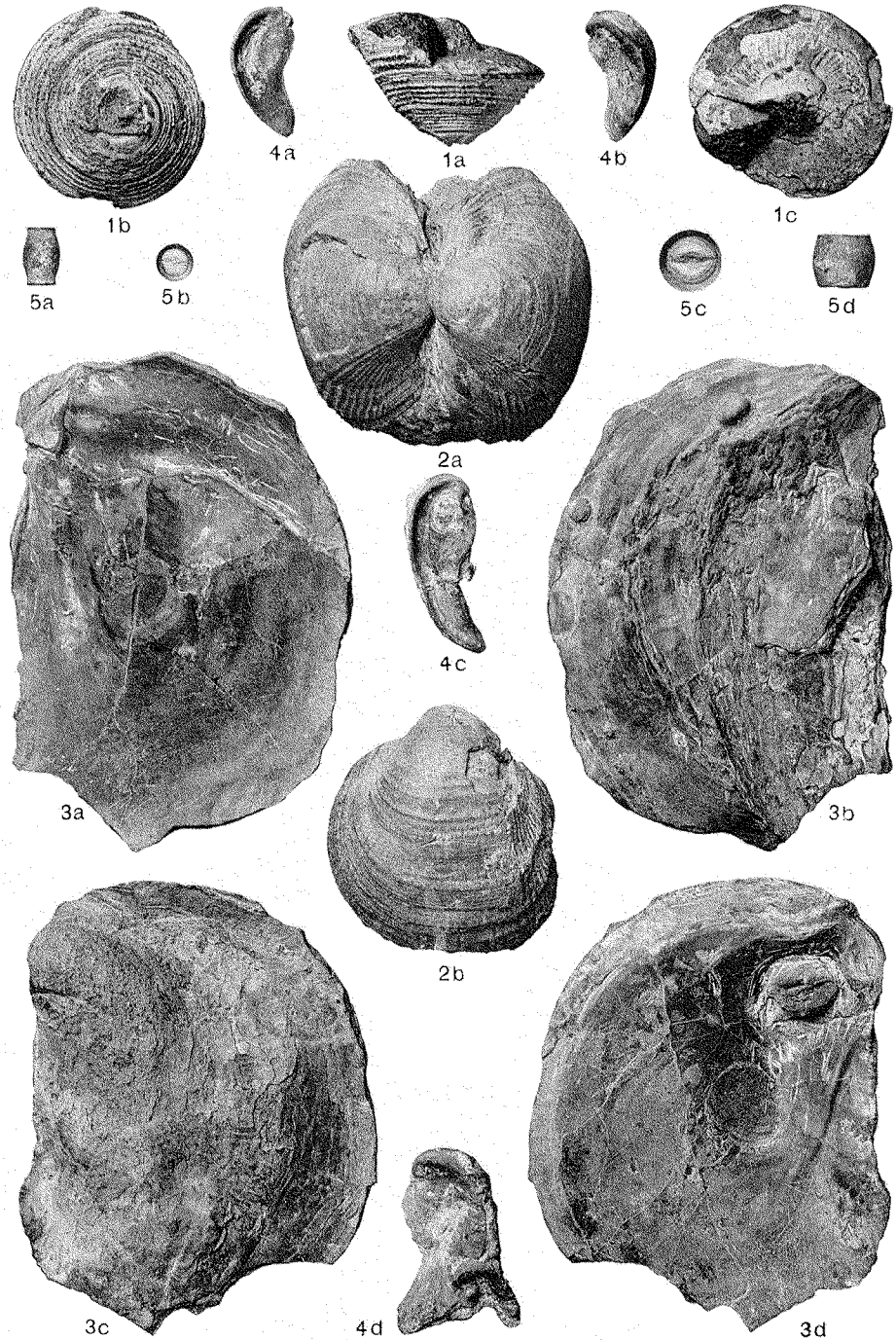
Clichés Lt Pichon, 5e région aérienne.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC



Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

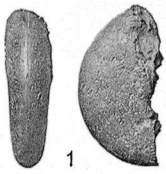
Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

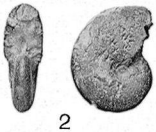


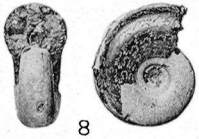
Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

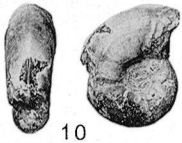
Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Bull. Soc. Géol. de France S. 5 ; t. IX ; pl. III


1

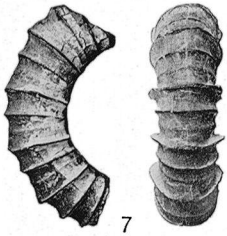

2


8


10

3

4


7

5

6

9

11

12

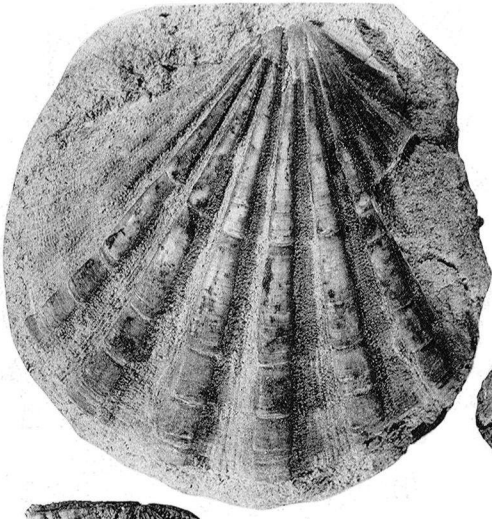
14

13

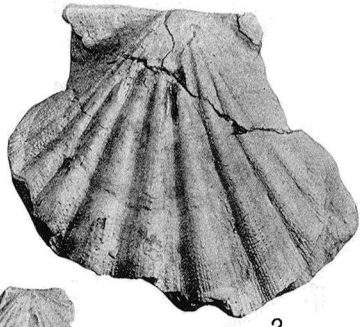
Cl. Cintract Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

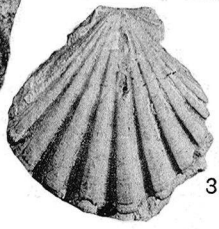
Bull. Soc. Géol. de France S. 5 ; t. IX ; pl. IV



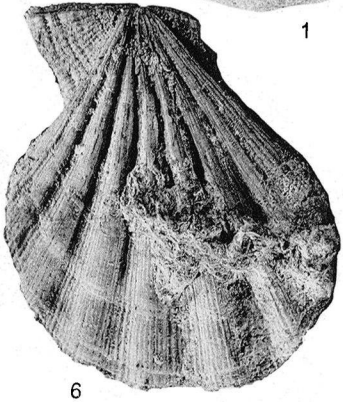
1



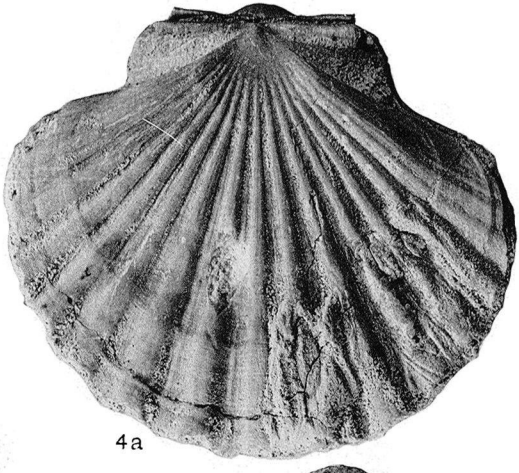
2



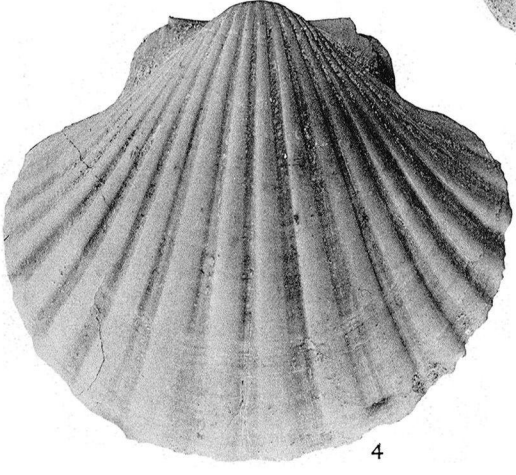
3



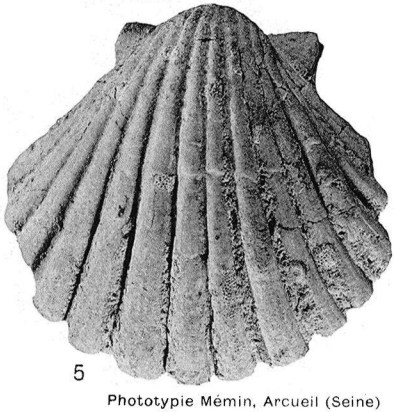
6



4a



4

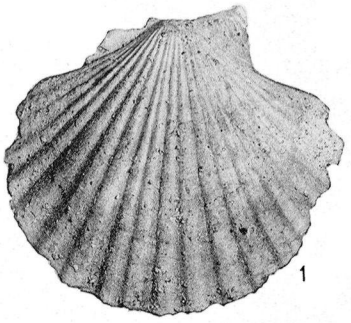


5

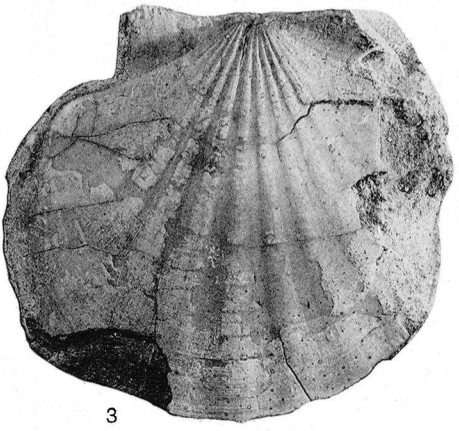
Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

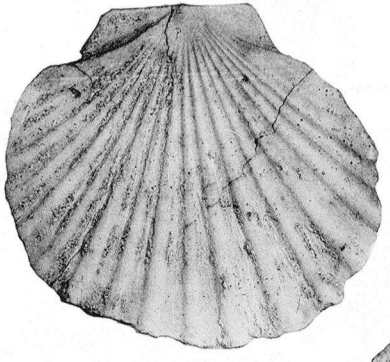
Bull. Soc. Géol. de France S. 5 ; t. IX ; pl. V



1

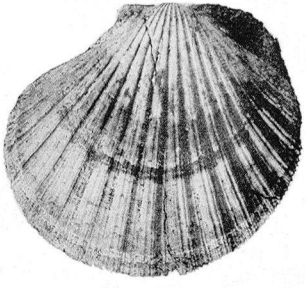


3



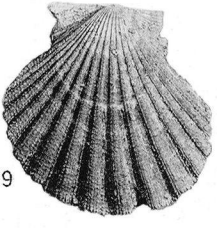
2

5

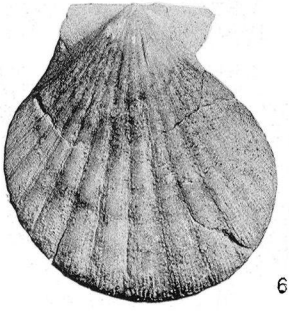


8

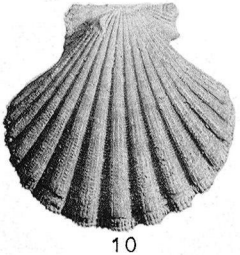
4



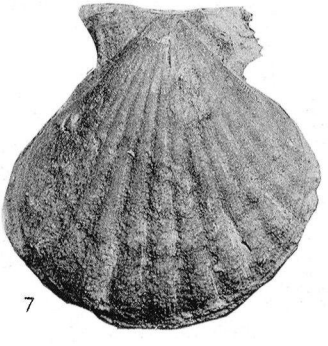
9



6



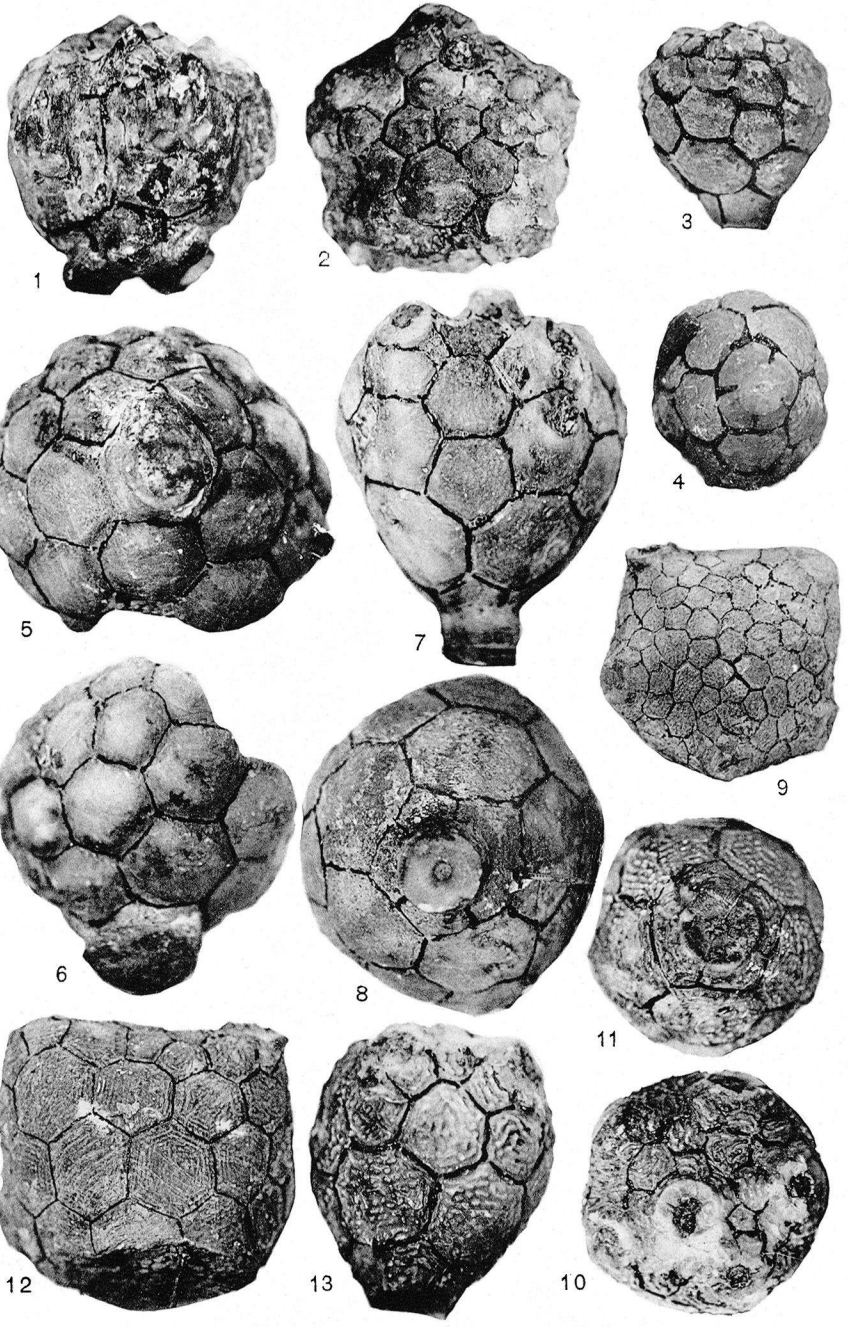
10



7

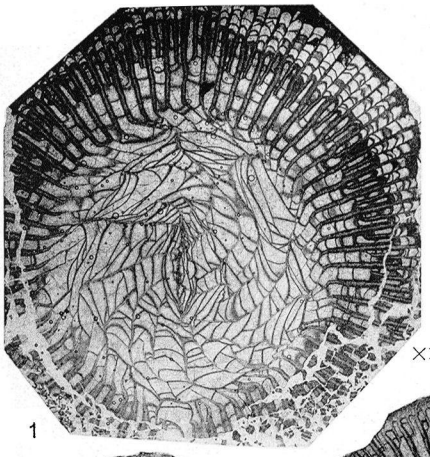
Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

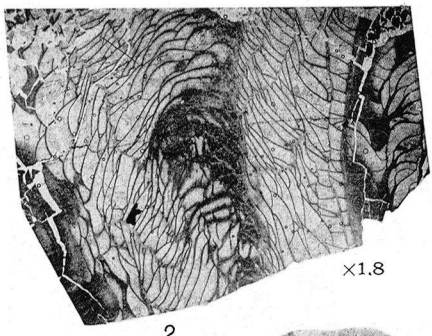
Bull. Soc. Géol. de France S. 5 ; t. IX ; pl. VI

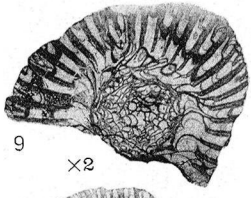


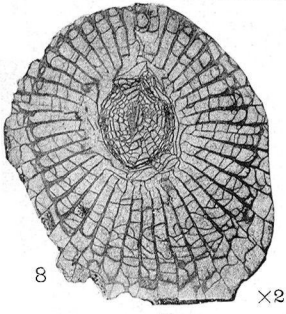
Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

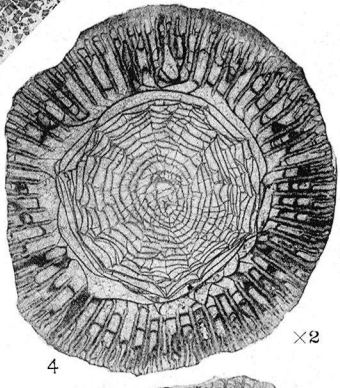
Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

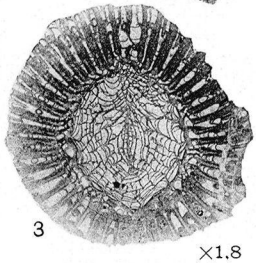


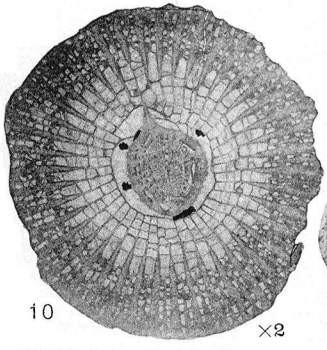


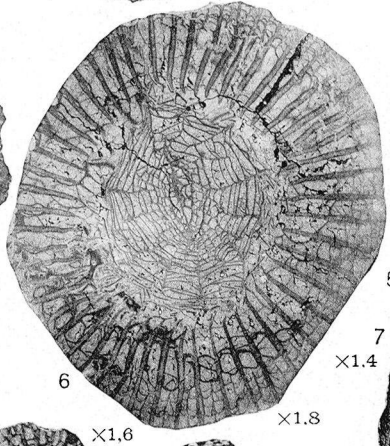


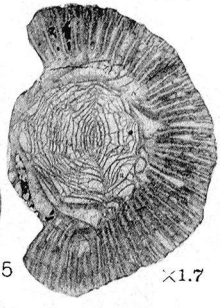


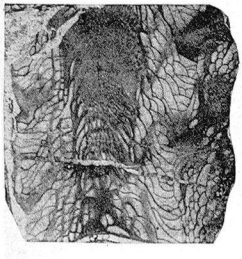


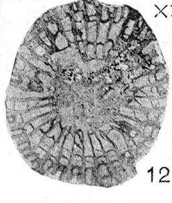


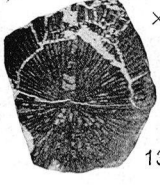






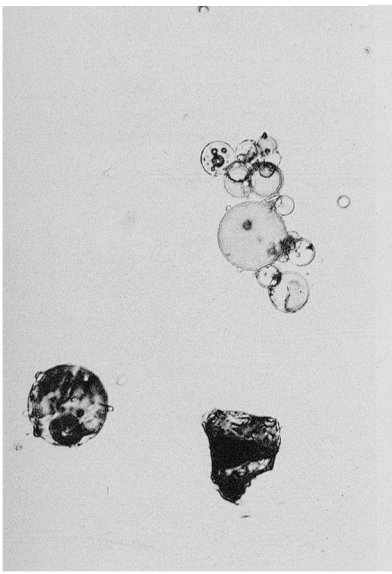




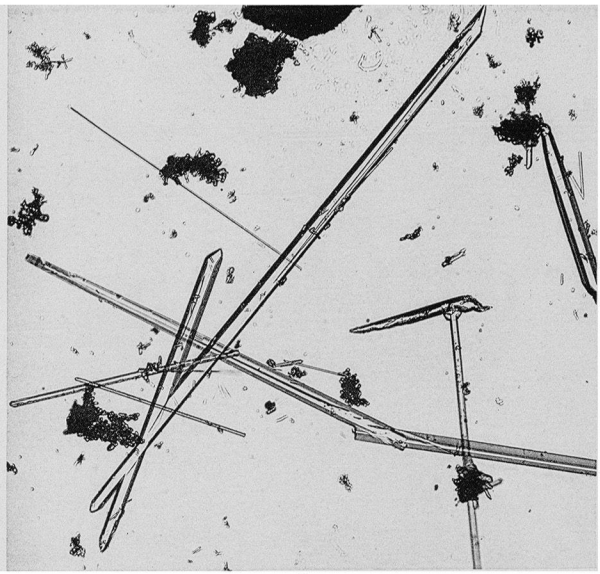


Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC



1



2

3

Cl. H. Ragot

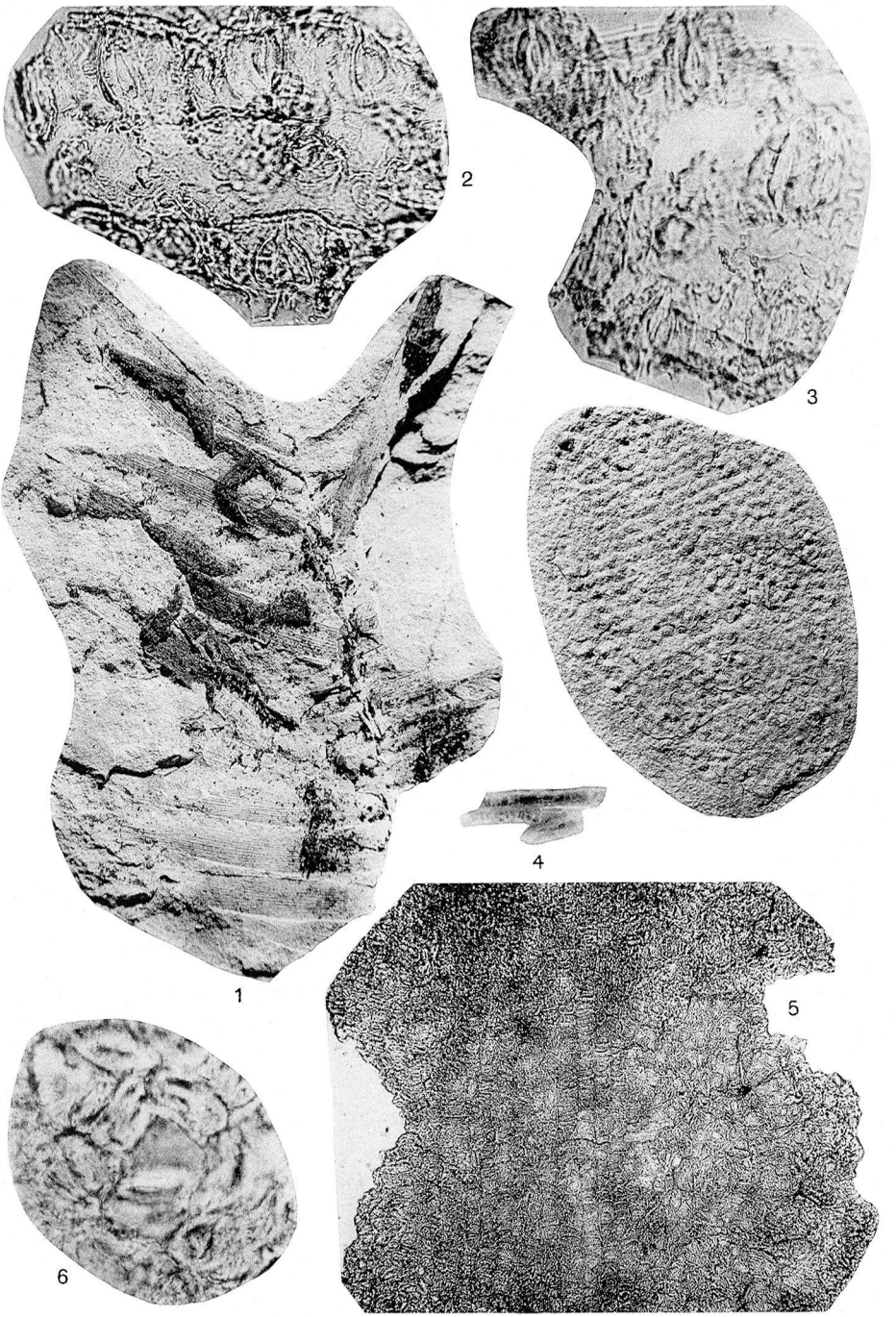
4

Phototypie Ménin, Arcueil (Seine)

Synthèse de minéraux par détonation d'explosifs brisants et pneumatolyse.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

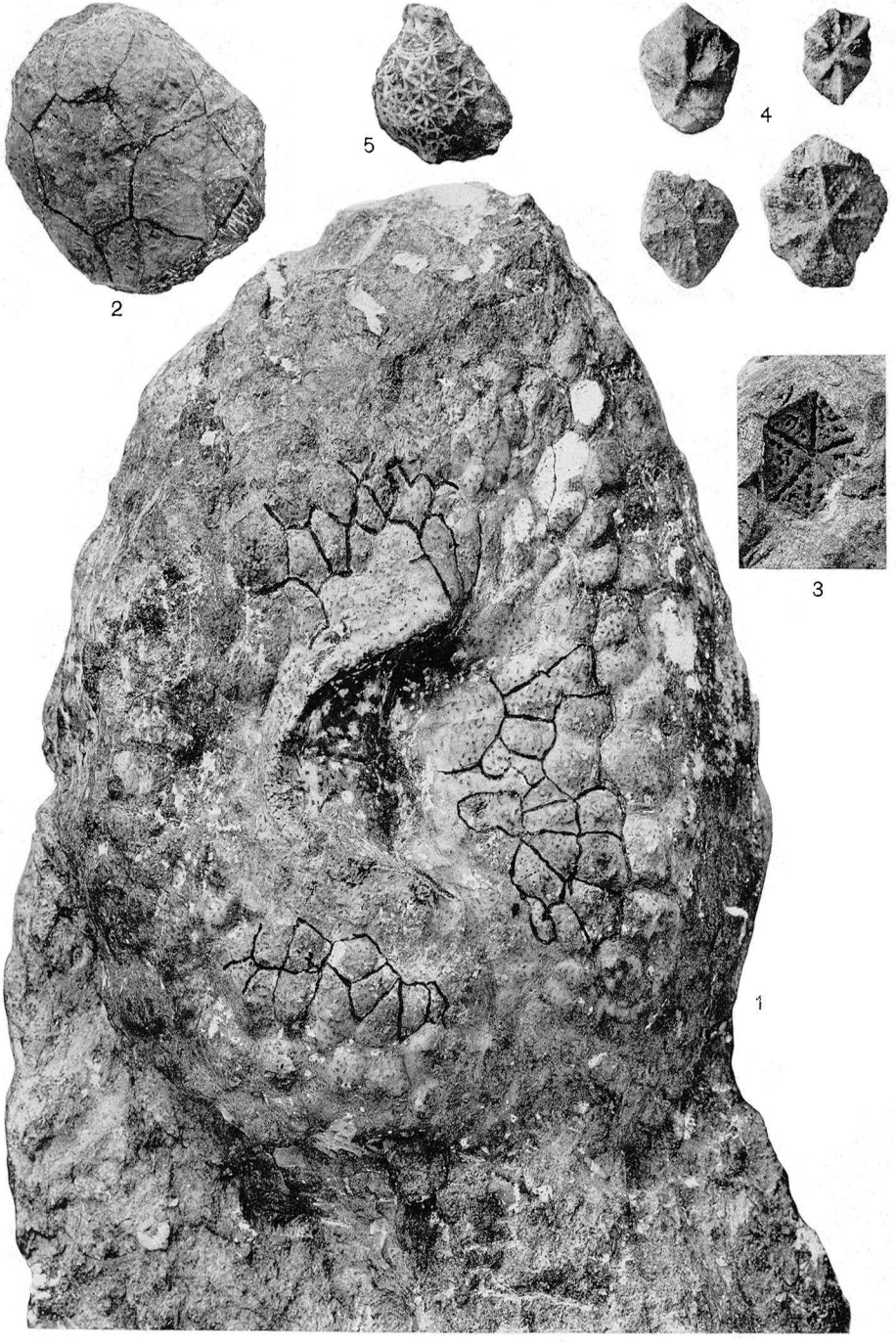
Bull. Soc. Géol. de France S. 5 ; t. IX ; pl. IX



Cl. P. et A. Leblanc

Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

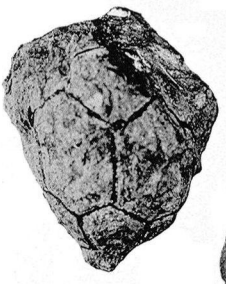
Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC



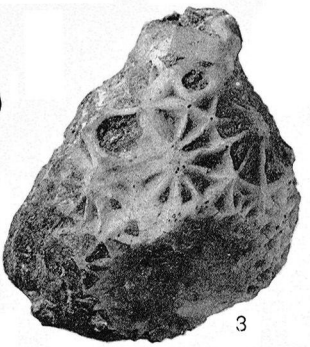
Cl. Mémin

Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

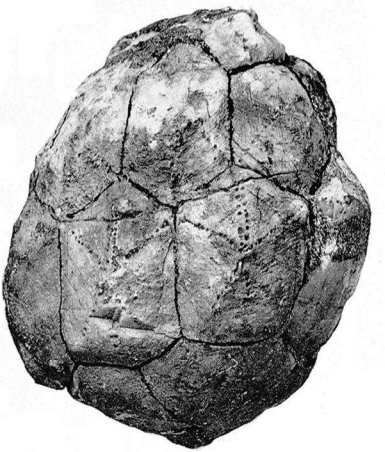
Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC



1

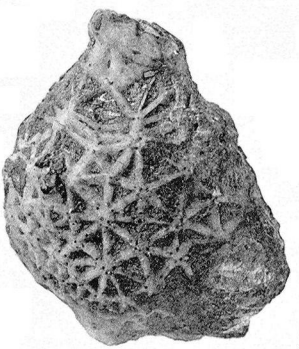


3



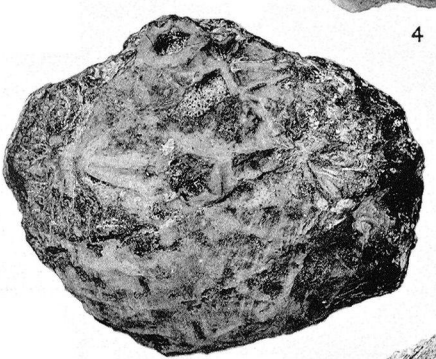
2

5

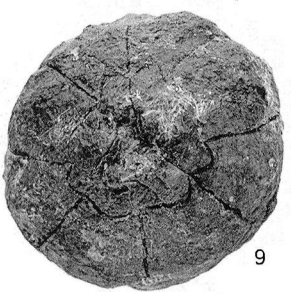


4

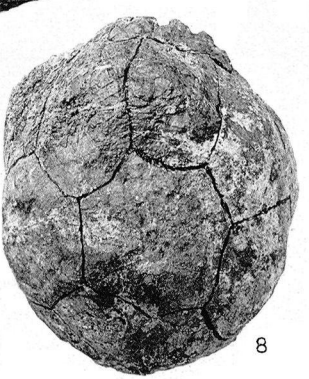
7a



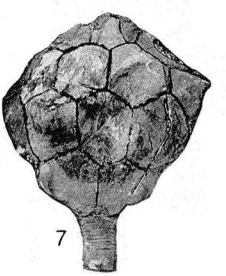
6



9



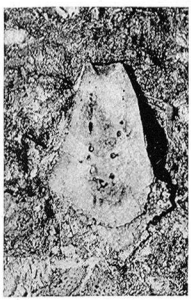
8



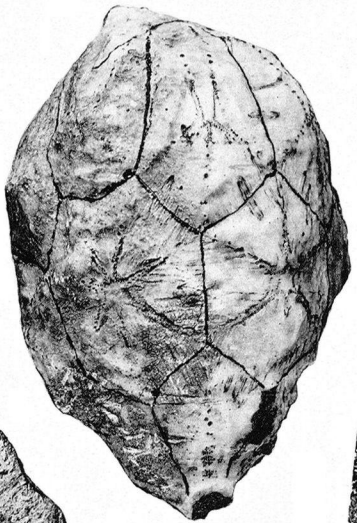
7

Cl. Mémin

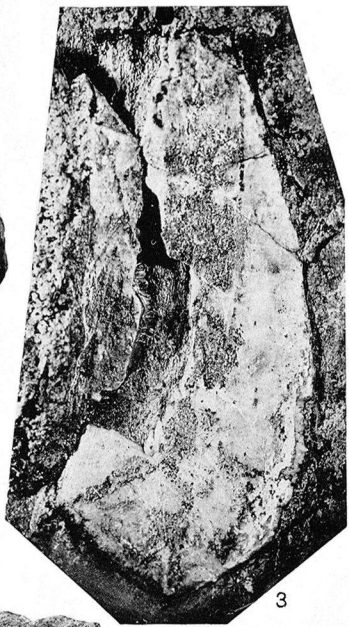
Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC



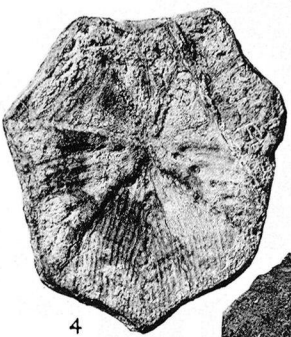
1



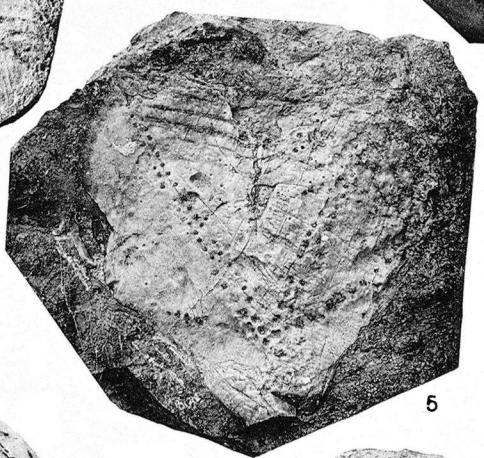
2



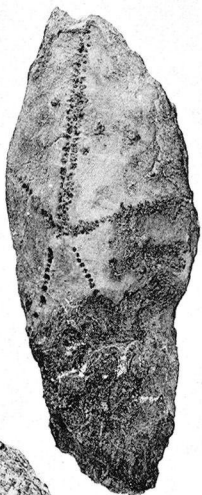
3



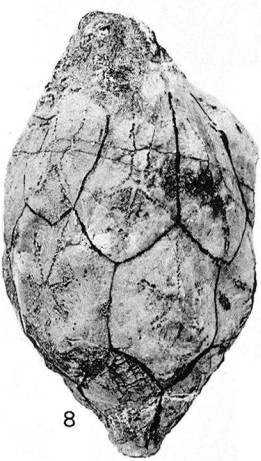
4



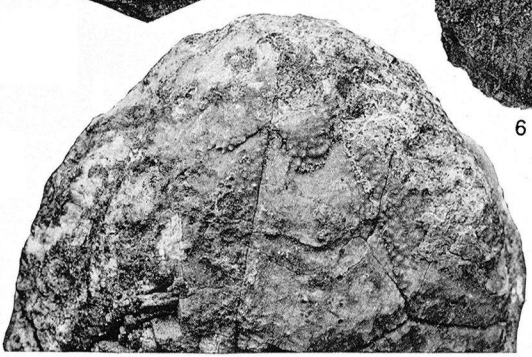
5



6



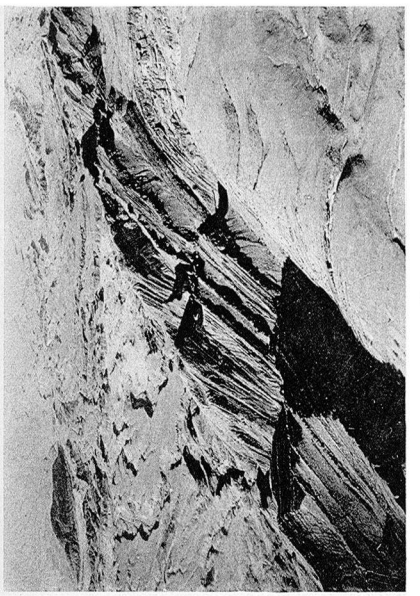
8



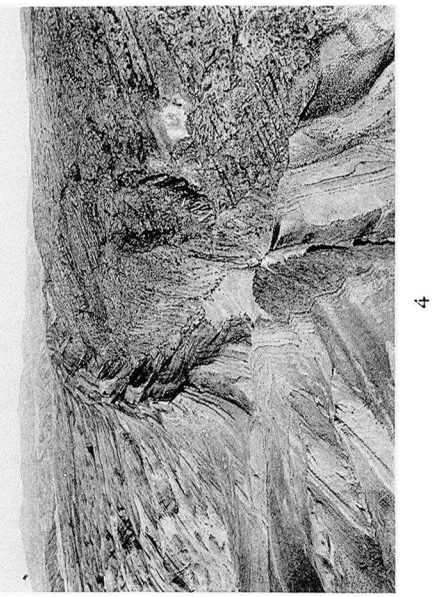
7

Cl. Mémin

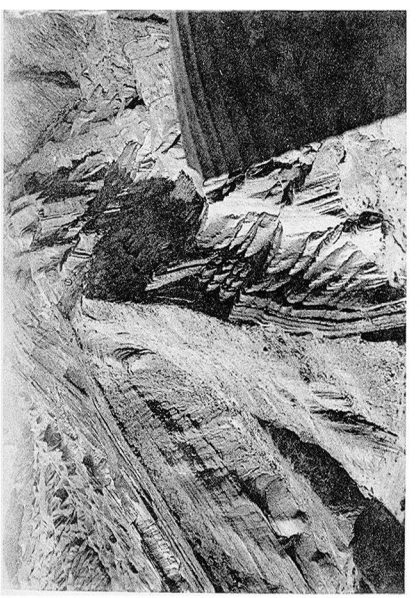
Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC



2



4



1

3

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Sur la présence de *Burgundia Trinorchii* dans le Portlandien de la région de Morteau (Jura).

par **Fridolin Firtion** [1].

Planche XIV.

Dans la bordure nord du Synclinal de Morteau, au hameau des Fins, les calcaires du Portlandien sont exploités en un certain nombre de carrières qui jalonnent la route conduisant à Morteau. Dans l'une d'elle, j'ai récolté parmi d'autres coralliaires, un bloc d'aspect saccharoïde sur les faces duquel on remarque une structure nettement stromatoporoïdienne [2]. Il s'agit d'un fragment de colonie massive, de sorte que l'observation des caractères extérieurs n'est guère possible.

Les sections minces que j'ai prélevées sur l'échantillon, indiquent un représentant de la famille des Burgundidés :

Burgundia Trinorchii (M. Ch.) Y. Dehorne.

1883. *Burgundia Trinorchii* Munier-Chalmas, *in* Coll.
1901. *Burgundia Trinorchii* Tornquist, *Sitzb. d. K. Preussisch. Ak. d. Wissensch., Berlin*, vol. XLVII.
1916. *Burgundia Trinorchii* Y. Dehorne, *CR. Ac. Sc.*, t. 162, p. 430.
1920. *Burgundia Trinorchii* Y. Dehorne, Thèse, p. 72, pl. IX, fig. 8, pl. X, fig. 6, pl. XI, fig. 4, pl. XII, fig. 3.
1931. *Burgundia Trinorchii* J. Pfender, *Bull. Soc. Géol. Fr.* (5), I, p. 738, pl. XLI, fig. 1-3; pl. XLII, fig. 1-2.

Ce Stromatopore possède les caractères généraux du paléozoïque *Clathrodictyon* Nich.; il s'en sépare néanmoins par la présence dans le coenosteum, de tubes tabulés peu nombreux n'ayant pas de paroi propre, qui doivent par conséquent être considérés comme faisant partie intégrante de la colonie.

En section verticale, on remarque des planchers concentriques assez régulièrement espacés, parfois dichotomiques comme cela est le cas chez certains *Actinostroma*. On en compte environ 4 à 6 par millimètre (pl. XIV, fig. 2).

Ces planchers sont séparés par des piliers limités à un espace interlaminaire; leur calibre est légèrement supérieur à celui des

1. Note présentée à la séance du 6 mars 1939.
2. La roche renfermait en outre des radioles d'oursins, vraisemblablement *Cidaris glandifera*.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

planchers, il en existe 4 à 5 par millimètre. Des diaphragmes secondaires rappellent la structure de *Clathrodictyon striatellum* Nich. La coupe présente en outre un tube zooïdal d'assez grandes dimensions (longueur : 3 mm., largeur maximum : 1 mm.). Il traverse 8 assises et n'a conservé que 4 planchers, les autres ayant été oblitérés à la suite de phénomènes de recristallisation (pl. XIV, fig. 1).

Les éléments radiaires affectent la forme de lamelles plus ou moins contournées, ou de piliers à section elliptique ; il en résulte une surface tangentielle finement vermiculée. Les tubes zooïdaux possèdent un contour sub-circulaire de 0,7 mm. de diamètre ; l'un d'eux permet d'observer la communication avec les canaux de la colonie (pl. XIV, fig. 3). Les astrorizes font défaut.

L'exemplaire des Fins est, en définitive, identique en tous points à ceux de Vers (Saône-et-Loire) et de Grand-Corent (Ain), une simple comparaison des figures en fait foi. J'ai cru utile, malgré les excellentes descriptions de Y. Dehorne et de J. Pfender, de préciser certains caractères anatomiques, notamment la fréquence des piliers et des planchers, et de signaler ce nouveau gisement, de *Burgundia Trinorchii* qui pourrait être appelé à rendre, par suite de la constance de son horizon géologique, d'intéressants services à la Stratigraphie.

BIBLIOGRAPHIE

1. Dehorne Y. Sur un Stromatopore milléporoïde du Portlandien. *CR. Ac. Sc.*, t. 162, p. 430, 1916.
2. Dehorne Y. Stromatoporoïdés secondaires (Thèse). *Mém. pour servir à l'expl. de la Carte géol. de la Fr.*, 1920.
3. Nicholson H. A. A monograph of the British Stromatoporoids. *Pal. Society*, London, 1886-1892.
4. Pfender J. Sur la présence de Stromatoporidés du genre *Burgundia* dans les calcaires Portlandiens de Grand-Corent, près Villereversure (Ain). *Bull. Soc. Géol. Fr.* (5), I, 1931.
5. Tornquist A. Ueber mesozoische Stromatoporen. *Sitzb. d. K. Preussisch. Ak. d. Wissensch.*, vol. XLVII, Berlin, 1901.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XIV

Fig. 1. — *Burgundia Trinorchii* (M.-Ch.) Y. Dehorne, section verticale montrant un tube zooïdal (t). Gross. 2 fois environ.
Fig. 2. — *Idem*, portion de la section précédente. Gross. 11 fois.
Fig. 3. — *Idem*, coupe tangentielle, t : tube zooïdal, c : canal de communication avec la colonie. Gross. 6 fois.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

La série paléozoïque du Massif du Baygoura et de la vallée de la Nive ;

ses relations avec les terrains secondaires environnants

par **Pierre Lamare** [1].

Sommaire

Distinction, à la base du Paléozoïque, d'une série cambro-ordovicienne métamorphique, surmontée par une série schisteuse non métamorphique, transgressive, qui représente le Caradoc ainsi que le Gothlandien, et débute par des couches graveleuses avec, parfois, des conglomérats.

Existence d'une discordance légère entre le Permien et le Trias.

Découverte, au SE d'Ossès, d'une succession régulière depuis l'Infralias jusqu'au Dogger, reposant sur le Keuper et supportant, avec ou sans interposition de Crétacé inférieur, le flysch trangressif, qui débute par une brèche et ses couches marneuses de base.

Impossibilité de considérer le Trias du bassin d'Ossès comme apparaissant en fenêtre sous le Primaire. Les anomalies constatées s'expliquent par l'antériorité au flysch crétacé des dislocations ayant provoqué le pincement du Trias dans le Silurien.

INTRODUCTION

Les terrains primaires que traverse, sur près de 30 km., la vallée de la Nive, entre Saint-Jean-Pied-de-Port, au SSE, et Itxassou, au NNW, forment une bande presque méridienne, située sensiblement plus au N que les autres affleurements paléozoïques des Pyrénées occidentales françaises. A cette bande appartiennent le massif du Baygoura et le Montdarrain. Du côté N, la série primaire s'appuie sur les gneiss du Labourd (massif de l'Ursuya). Au S, elle plonge sous le Trias de la cuvette de Saint-Jean-Pied-de-Port. A l'E, elle se montre auréolée par le flysch crétacé, tandis qu'à l'W, après quelques accidents orientés N-S que j'ai décrits dans un travail antérieur (XIII), les couches se relient, sans aucune solution de continuité visible, avec celles qui constituent en territoire espagnol, le massif des Cinco Villas.

Cet ensemble, dont la position quelque peu aberrante avait depuis longtemps attiré l'attention des géologues, fut l'objet de recherches nombreuses.

J. Seunes (XVIII) en avait esquissé très imparfaitement les traits

1. Note présentée à la séance du 6 février 1939.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

essentiels : il attribuait au Précambrien le Baygoura ainsi que le Montdarrain, et admettait l'existence, au S de ce Précambrien, d'une étroite bande dévonienne qui supportait directement le Trias.

P. Termier (XXII) plaça avec raison les quartzites du Baygoura dans le Silurien, mais ne réussit pas à les distinguer de ceux du Dévonien, et engloba à tort, dans ce même Silurien, la série s'étendant depuis le Pas-de-Roland jusqu'à la frontière espagnole, en passant par le Montdarrain.

Stuart-Menteath, dont nous ne retiendrons que la dernière carte géologique (XIX), la discussion de l'ensemble de son œuvre ne pouvant être abordée ici, tomba dans un excès contraire en classant dans le Dévonien un grand nombre de quartzites siluriens.

E. Fournier (V-VII) apporta d'intéressantes précisions stratigraphiques, appuyées par des découvertes de fossiles. Il sépara l'Ordovicien du Gothlandien, et parvint à identifier plusieurs horizons du Dévonien inférieur et moyen.

P. Viennot (XXIV) laissa de côté la stratigraphie du Paléozoïque, et se borna à étudier les relations de ce dernier avec le flysch.

J. W. Laverdière (XIV) compléta et rectifia parfois les données de Fournier, grâce à de méritoires recherches paléontologiques. Mais, comme son prédécesseur, il se limita à l'étude de quelques coupes privilégiées, et, pour le surplus, se contenta de reproduire les cartes antérieures, sans chercher à reviser les contours : aussi son esquisse cartographique est-elle entachée d'erreurs si nombreuses qu'on doit la considérer comme à peu près sans valeur.

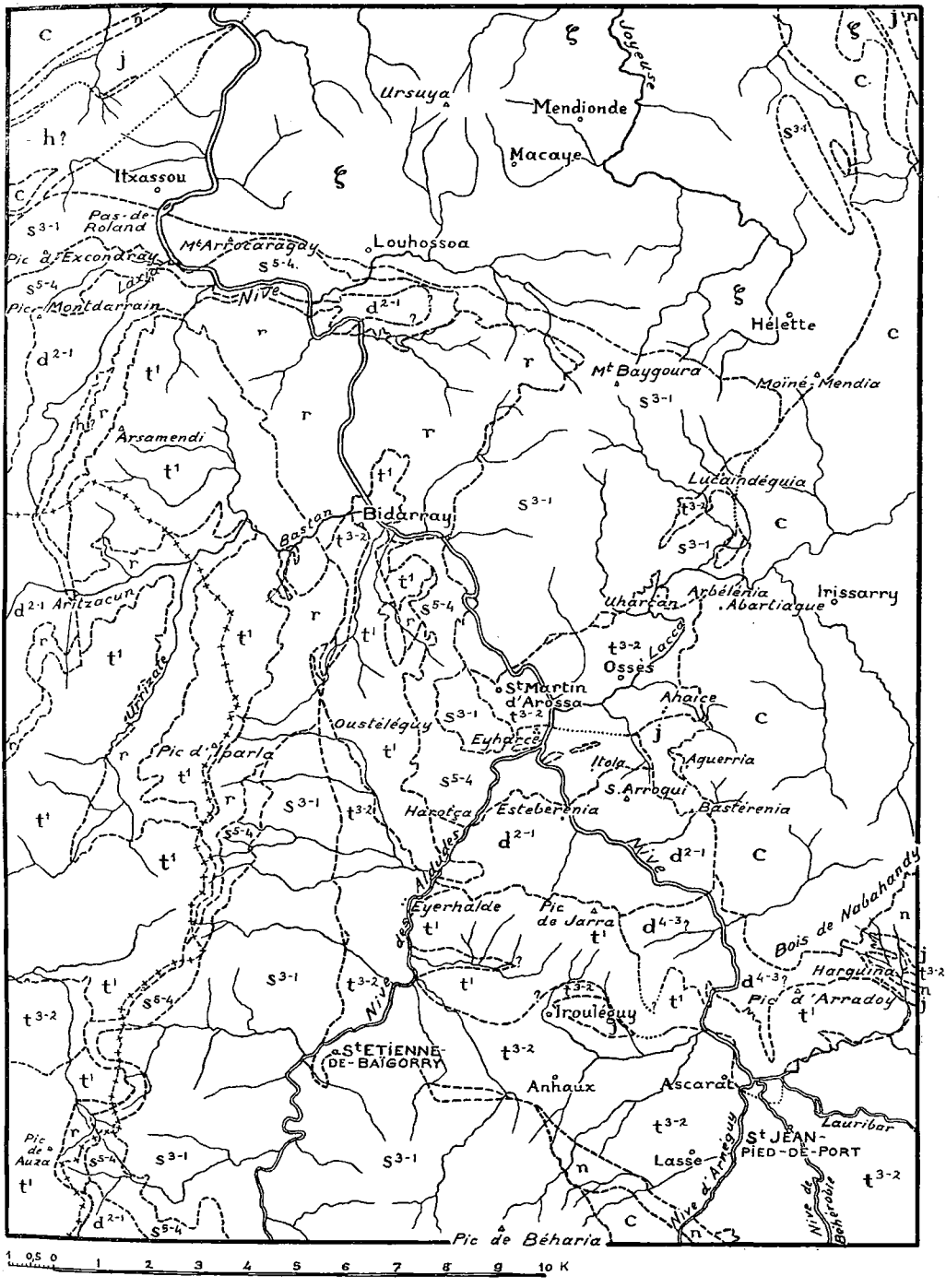
En ce qui concerne la *tectonique*, nous n'aurons pas à relever moins d'inexactitudes. Sans aborder ici les problèmes généraux relatifs à la structure des Pyrénées Occidentales, rappelons que M. Léon Bertrand (II) — se basant sur l'existence de gneiss mylonitiques au contact de la série du Labourd et de celle du Baygoura — avait admis que ces deux séries formaient des unités tectoniques distinctes, séparées

---

LÉGENDE DE LA CARTE

c	Crétacé supérieur (flysch).	d^{4-3}	Dévonien moyen et supérieur (?)
n	Crétacé inférieur.	d^{2-1}	Dévonien inférieur.
j	Jurassique.	s^{5-4}	Gothlandien (+ Caradoc).
t^{3-2}	Keuper et Muschelkalk.	s^{3-1}	Ordovicien.
t^{1}	Grès Bigarrés.	ς	Schistes cristallins.
r	Permien.	----	Contours géologiques.
h ?	Carbonifère (ou Dévonien moyen ?)	.....	*Id.* masqués.
		+-+-	Frontière franco-espagnole.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC



Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

par une surface de charriage, et appartenant, le Labourd à la nappe A, le Baygoura à la nappe B.

P. Viennot considérait, lui, le Labourd et le Baygoura comme constituant une même unité tectonique charriée sur le flysch : la *nappe du Labourd*. Il n'abandonna pas cette conception alors qu'il renonça à ses idées premières sur la structure des Pyrénées, et écrivait en 1928 (XXVII) : « Actuellement encore, l'interprétation du massif ancien du Labourd en une nappe chevauchant sur les terrains plus récents me paraît celle qui s'accorde le mieux avec les faits d'observation... »

Notre regretté confrère étayait son interprétation : 1° sur l'existence de Trias apparaissant en fenêtre à Ossès et Lucaindeguia ; 2° sur celle de lambeaux recouvrant le flysch sur la bordure N et NE du massif du Labourd, entre Iholdy et Cambo ; 3° sur la présence de deux petites fenêtres de flysch au S d'Espelette ; 4° sur l'allure de la terminaison W de la bande paléozoïque d'Amotz, au N de Sare, en recouvrement sur la frange E du massif de la Rhune.

De ces quatre points, je n'ai jusqu'à maintenant examiné en détail que le premier : mais ce qu'il m'a été possible d'observer est significatif, et je ne crois pas m'avancer beaucoup en indiquant qu'il faudra donner, des diverses anomalies signalées par Viennot, une interprétation toute différente.

La carte ci-contre indique schématiquement la disposition des terrains primaires et leurs relations avec l'auréole secondaire.

Du point de vue stratigraphique, nous aurons à distinguer, ici comme dans le reste des Pyrénées :

1° La série paléozoïque anté-hercynienne : nous la désignerons en abrégé, sous l'appellation : *paléozoïque*.

2° La série détritique *permotriasique* constituant le revêtement normal des massifs hercyniens.

3° Le *Keuper*, qui jalonne, ainsi qu'il est de règle, les accidents principaux. Comme dans les Pyrénées navarraises, ce Keuper apparaît souvent truffé de lentilles de Muschelkalk.

4° Le *Jurassique* et le *Crétacé inférieur*, assez réduits dans le territoire qui nous occupe, mais beaucoup plus développés au SE, dans le massif des Arbailles.

5° Le *Crétacé supérieur* à faciès *flysch*, d'allure transgressive, quoique le plus souvent concordant avec son substratum.

Relativement à la *structure*, nous distinguerons :

A) Les montagnes situées à l'W de la vallée de la Nive, c'est-à-dire l'ensemble Montdarrain-Arsamendi, auquel nous annexerons la coupure du Pas-de-Roland. Quant aux crêtes situées plus au S (Iparla), elles ont été décrites dans un travail antérieur (XIII) et nous n'aurons pas à en parler ici.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

B) Les montagnes situées à l'E de la vallée de la Nive, c'est-à-dire le massif du Baygoura.

C) Le bassin triasique d'Ossès, envisagé dans ses rapports avec le Paléozoïque, le Jurassique et le flysch qui l'entourent.

STRATIGRAPHIE

Terrains anté-hercyniens.

Les premiers terrains paléozoïques identifiables appartiennent à l'Ordovicien : J. Laverdière a signalé, en territoire français, des Bilobites, observés au pic Béharia (SW de Saint-Jean-Pied-de Port) dans des quartzites que notre confrère classe dans l'Arenig, et des Brachiopodes (*Orthis* du groupe de *O. plicata* Sow.) accompagnés de rares fragments de Lamellibranches (*Cuculella*) et de Trilobites (*Calymene*), découverts dans des schistes noirs, à Eyharce, et paraissant caractériser le Caradoc.

Non loin du premier de ces gisements, près de Roncevaux, le géologue espagnol Palacios (XVI) a mentionné des quartzites à *Cruziana furcifera* d'Orb., *C. monspelliensis* Saporta, accompagnés de *Scolytus linearis* Hall, *Tigillites Pomelli* Emons et *T. gracilis* Emons. Les mêmes quartzites, que Palacios assimile au *Grès Armoricain*, forment la cime d'Altobiscar.

Palacios, ayant constaté que ces quartzites reposaient, au col de Roncevaux, sur des schistes et des phyllades gris verdâtres avec bancs de grès et lentilles calcaires, en concluait à la présence de Cambrien, opinion que semble partager Laverdière, qui figure sur sa carte (XIV, pl. A), au NW de Roncevaux, un vaste affleurement cambrien s'étendant en territoire français, jusque dans la forêt d'Hayra.

Sans vouloir prendre actuellement parti — je n'ai pu, en raison des circonstances, étudier le territoire espagnol depuis plus de 3 ans, — je crois devoir indiquer que la présence de Cambrien ne me paraît pas solidement établie. En effet, H. Schmidt (XVII, p. 28 et 46) déclare : « Dans le prétendu Silurien inférieur de la route au-dessus du cloître de Roncevaux, j'ai trouvé une faune coblentzienne, semblant la même que celle que Stuart-Menteath a découverte à 8 km. plus à l'E dans le prétendu Crétacé... Au km. 41,8 de la route : *Spirifer hystericus*, *S. arduennensis*, etc. Au km. 42 : calcaires laminés à fossiles indéterminables, avec quartzites... ».

Il en résulte qu'à Roncevaux, on rencontre des quartzites dévoniens aussi bien que siluriens : or, le Dévonien inférieur renferme beaucoup de schistes gris verdâtre clair, avec bancs de grès et lentilles calcaires : la superposition constatée par Palacios peut donc fort bien résulter d'un déversement local du Silurien sur le Dévonien.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

La série paléozoïque du bord méridional du massif cristallin du Labourd. — La retombée S du Labourd offre une succession particulièrement intéressante, car elle est, surtout à l'W de la vallée de la Nive, absolument régulière, et se montre complète depuis les schistes cristallins jusqu'au Dévonien inclus.

Relativement aux schistes cristallins qui constituent le massif du Labourd [1], et dont l'âge est certainement antérieur au Silurien, je n'ai rien à ajouter à l'étude qui en a été faite par Viennot et Yang-Kieh (XXVIII ; voir aussi XI et XXIV) [2]. Mais il y a lieu de signaler que les lentilles de cipolins, déjà mentionnées par Termier (XX), sont plus nombreuses et plus étendues que ne l'indique la feuille Saint-Jean-Pied-de-Port. De plus, elles se trouvent localisées au toit du complexe gneissique, où elles forment une *véritable assise* d'allure discontinue, intercalée entre les gneiss et les schistes mâclifères, ou bien encore enrobée dans les pegmatites, qui se sont parfois injectées dans le calcaire. *Cette assise apparaît comme partout concordante avec l'Ordovicien* (pendage en général SSW moyen).

Les schistes mâclifères recouvrant les cipolins constituent, eux, un horizon régulier, dont la puissance, qui varie habituellement de 20 à 100 m., dépasse 200 m. sur les pentes au NNW du Baygoura. Là, les schistes, exceptionnellement riches en staurotide, se montrent traversés eux-mêmes par des filons de pegmatite qu'exploite la Société des Kaolins de Louhossoa. Le tout est surmonté par la série des quarzites et quartzophyllades représentant l'Arenig et très probablement une partie au moins du Llandeilo. J'ai déjà décrit ce complexe de quartzites blancs ou verdâtres et de schistes satinés gris ou verts, tel que je l'ai observé dans les environs de Saint-Étienne-de-Baïgorry et de Bidarray (XIII), et me bornerai à rappeler qu'il s'agit là de couches en dalles ou en plaquettes, caractérisées par la présence de lamelles de mica, avec structure lépidoblastique. Nous sommes

1. Je crois commode de conserver cette désignation usuelle, chez les géologues pyrénéens, de *massif du Labourd* : mais il convient de noter qu'elle ne correspond à aucune appellation populaire, à aucun nom local de pays : car le Labourd, c'est la province basque du NW, qui s'étend, sur la côte, depuis l'embouchure de la Bidassoa jusqu'à celle de l'Adour, et, vers l'E, jusqu'à Hasparren. Or le massif cristallin dit du Labourd s'étend, au S d'Hasparren, depuis les abords d'Ainhoa, à l'W, jusqu'au delà d'Hélette, à l'E. De ce côté, il empiète largement sur la Basse-Navarre. Aussi serait-il plus exact de le qualifier : *massif de l'Ursouia* (ou Ursuya), du nom du sommet le plus élevé.

2. Je rappellerai que les mylonites de gneiss signalées par L. Bertrand (III) existent bien, mais ne sont nullement localisées au contact des gneiss avec le Silurien. J'en ai observé en de nombreux points du massif ancien, présentant une allure de filon au sein de schistes cristallins (X). Leur présence au voisinage des quartzites apparaît fortuite.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

donc en face de termes encore légèrement métamorphiques : *des gneiss anté-cambriens au Llandeilo inclus existe une série régulière dont le métamorphisme va décroissant vers le haut.*

Dans ces conditions, il apparaît probable que les cipolins représentent du Cambrien, et les schistes mâclifères du Cambrien supérieur, ou plutôt du Trémadoc.

A l'E du méridien Louhossoa-Bidarray, les horizons plus élevés que les quartzites sont généralement masqués par le Permien transgressif. Mais, à l'W, la série est plus complète. Les quartzites qui constituent le défilé du Pas-de-Roland se montrent recouverts par une masse plus ou moins épaisse de schistes noirs ou gris foncé, dont il est fort probable que la base appartient au Caradoc, comme l'avait signalé J. W. Laverdière pour les schistes d'Eyharce, tandis que la majeure partie doit être attribuée au Gothlandien.

Ce qu'il y a de particulièrement intéressant, en ce qui concerne la formation schisteuse, est la présence, à la base, de *couches graveleuses passant localement à un poudingue.* Ce poudingue atteint au pic d'Excondray (2 km. à l'W du Pas-de-Roland) son développement maximum, lequel n'excède pas 10 m. Mais il y a parfois plusieurs bancs de poudingue, associés à quelques couches gréseuses. Les éléments sont des galets de quartz laiteux ou de quartzite, ne dépassant guère 1 à 2 cm. Encore est-ce là une exception. Dans la plupart des cas, les éléments n'ont pas plus de 0 cm. 5 et souvent même seulement 1 ou 2 mm. Le ciment est schisteux, et l'ensemble, sous l'influence des déformations mécaniques, accuse très fréquemment une structure œillée.

Au Pas-de-Roland, la série schisteuse, qui plonge fortement vers le SSW, en concordance avec celle des quartzophyllades ordoviciennes, ne présente que 500 m. de puissance. Elle se développe à l'W aussi bien qu'à l'E, atteignant, entre le pic d'Excondray et le Montdarrain, près de 1.000 m. ; sur la rive droite de la Nive, elle s'étend au fur et à mesure que se réduisent les quartzites et quartzophyllades. Ces derniers s'étranglent au niveau de l'échancrure située à l'E du Mont Arrecaragay et reparaissent seulement aux abords de Louhossoa, où ils ne forment qu'une lentille peu épaisse. Sur environ 1.500 m., les schistes noirs viennent directement au contact des schistes mâclifères.

Un fait essentiel est que ces *schistes* (Caradoc ? + Gothlandien) [1] *ne sont pas métamorphiques.* Leur aspect est tout autre

1. Pour la commodité du langage, je désignerai sous le nom de Gothlandien cet ensemble schisteux où le Caradoc ne peut être séparé du Gothlandien proprement dit.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

que celui des schistes satinés auxquels ils se superposent. On ne pourrait les confondre qu'avec ceux du Carbonifère, où s'intercalent également des poudingues. Je signalerai, comme caractère distinctif, l'extrême abondance de veinules ou amandes de quartz laiteux et celle des imprégnations ferrugineuses. Des suintements d'eau ferrugineuse s'observent un peu partout dans le Gothlandien. De tels critères demeurent certes bien fragiles, surtout lorsqu'on ne dispose que d'affleurements restreints ou de couches altérées, et il faut s'attendre à bien des difficultés dans la rectification des cartes géologiques antérieures, où le Gothlandien a été presque toujours confondu avec le Carbonifère.

En se basant sur des Graptolites médiocrement conservés, Laverdière a cru pouvoir distinguer du Wenlock inférieur et du Ludlow inférieur, mais seul ce dernier horizon se reconnaît aisément, d'abord parce qu'il est relativement riche en fossiles bien identifiables, et ensuite parce qu'il se trouve à l'état de schistes carburés tendres, à faciès « ampélites » typique. Je n'ai pas retrouvé ce faciès dans la formation schisteuse de la coupe du Pas-de-Roland, qui montre uniquement des schistes gris foncé, plus ou moins ardoisiers, que le Dévonien vient recouvrir sans discordance ni limite nette. Au sommet de la série, et avant les premiers quartzites dolomitiques attribuables avec certitude au Coblentzien, s'observent des schistes, noir-bleuté lorsqu'ils sont frais [1], gris verdâtre clair ou rosés en surface, qui alternent avec des bancs de grès jaunâtres, et des dolomies en plaquettes ou schisteuses. On peut admettre que c'est là du Gédinnien, en raison de la ressemblance de ces couches avec celles qui affleurent entre Eyharce et Saint-Jean-Pied-de-Port où Fournier, puis Laverdière ont signalé une faune de cet âge. Je n'y ai découvert, aux abords du Pas-de-Roland, que des traces indéterminables.

Ce Gédinnien passe insensiblement au complexe des *quartzites-grès à ciment dolomitique* dont j'ai déjà indiqué (XIII) le développement considérable dans le Coblentzien. Très durs, avec tous les intermédiaires entre un quartzite compact et une dolomie cristalline, versicolore, à aspect de marbre veiné, les quartzites dolomitiques constituent la formation la plus caractéristique du Dévonien. Les surfaces exposées à l'air offrent souvent l'aspect cannelé et cloisonné des dolomies, mais les grains de quartz détritique, plus ou moins soudés par nourrissage secondaire, l'emportent de beaucoup sur le ciment, dont la composition accuse

1. Le seul endroit où affleurent ces schistes à l'état frais est la tranchée de la voie ferrée des mines de Laxia. Plus calcarifères que ceux du Gothlandien et très altérables, ils accusent en surface une teinte toujours assez claire.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

tous les intermédiaires entre celle d'une dolomie typique et celle d'un calcaire à peine magnésien.

Ces formations très particulières permettent de distinguer avec certitude le Dévonien de l'Ordovicien, même en l'absence de tout fossile. Elles sont rarement azoïques : toutefois, à Laxia et au Montdarrain, les fossiles semblent être plus rares et moins bien conservés que dans la coupe de la route entre Banca et les Aldudes, prise antérieurement par moi comme type (XIII, fig. 2).

Avec ces quartzites alternent des schistes calcarifères vert clair ou rosés, très satinés, ainsi que des dolomies compactes ou sableuses. L'ensemble dépasse largement 500 m. d'épaisseur entre le sommet du Montdarrain et le flanc W de l'Arsamendi, mais se réduit vers le NE. La bande dévonienne se prolonge vers le SSW en territoire espagnol et conserve son extension dans la vallée de l'Aritzacun. Il est fort probable qu'elle se poursuit jusqu'au col de Maya, et que les schistes noirs, qui la bordent au NW et constituent les pentes du bassin de la Nivelle, ne sont pas carbonifères, comme l'avaient admis Termier (XXII) et Palacios (XV), mais gothlandiens.

Les quartzites-grès dolomitiques et les dolomies constituent non seulement le Siegénien, mais aussi l'Emsien, et peut-être montent-ils même plus haut. Sur les pentes NW de l'Arsamendi, ils sont recouverts par une bande de schistes noirs dont l'épaisseur ne dépasse pas 50 m. Ces schistes, très délitables, noir luisant ou réduits en une poussière d'un noir mat, à toucher de graphite, ne laissent pas de rappeler certains schistes anthraciteux du Stéphanien : je n'y ai cependant découvert, même aux endroits d'aspect le plus charbonneux, aucune matière combustible. Ils renferment quelques nodules analogues à ceux qu'on connaît dans les schistes carbonifères : cependant Laverdière déclare avoir observé des nodules analogues dans des couches à *Spirifer cultrijugatus* du Dévonien moyen de Bertiz, en Navarre.

La bande schisteuse du flanc NW de l'Arsamendi supporte directement le Permien transgressif. Il est donc impossible de préciser son âge.

La série paléozoïque des environs d'Ossès. — Bien développé au pourtour du Bassin d'Ossès, le Silurien y présente des faciès à peu près semblables à ceux que nous venons de décrire, sans jamais laisser voir son soubassement.

Sur la retombée S du Baygoura, c'est-à-dire sur le versant d'Ossès, se manifestent des replis à la faveur desquels on voit apparaître, pincés dans les quartzites, des schistes noirs attribuables au Caradoc, sinon au Gothlandien. Ces schistes montrent

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

à la base des intercalations de couches graveleuses à grain plus ou moins fin, mais la limite entre les deux formations n'est pas partout bien tranchée : en quelques points (notamment dans la gorge du Lacca à l'amont d'Uharçan — 3 km. au NNE d'Ossès —), les quartzites passent, par alternance de bancs de quartzites et de lits schisteux, à des schistes noirs que rien ne permet de distinguer de ceux du Caradoc. Quant aux quartzophyllades qui ferment à l'W le bassin triasique d'Ossès, elles m'ont fourni, sur les crêtes dominant Saint-Martin-d'Arrossa, quelques Bilobites. Ces couches plongent périclinalement sous les schistes noirs, dont la base renferme, non un véritable poudingue, mais des galets épars, ainsi que des schistes gréseux micacés, voire psammitiques. On y trouve quelques moules de Brachiopodes (*Orthis plicata* Sow., déjà signalé par Laverdière) et de *Cuculella* attribuables au Caradoc.

Plus haut apparaissent des schistes gras, d'un noir mat lorsqu'ils sont frais, qui renferment des Graptolites. En quelques gisements, ces fossiles deviennent extrêmement abondants : par ex., aux abords de la borde Itola (P. D. 1/20.000, feuille XIII-45 n° 6), lieu non dénommé, mais coté 286 sur la carte d'E.-M., et situé à 1.900 m. au SSW de l'église d'Ossès. Ce gisement, où les schistes carburés emballent des couches graveleuses œillées qui semblent affleurer là par suite d'un repli aigu, m'a fourni de nombreux exemplaires de *Monograptus*.

Vers le S, le passage au Dévonien s'effectue, tant sur le flanc du Mont Saint-Arroqui (cote 491 de la carte d'E.-M., au NE de la vallée de la Nive), que sur les pentes N du pic de Jarra, ou bien encore près de la ferme Harotcha, au NW de la vallée de la Nive des Aldudes, par des schistes calcarifères gris vert clair, satinés, alternant avec des bancs de grès et de dolomies sableuses à la partie supérieure desquels Fournier (VII), puis Laverdière (XIV, p. 16) ont signalé, à Estébérenia, une faune du Gédinnien supérieur.

On rencontre, plus au S, concordante avec les couches ci-dessus, une barre de quartzites dolomitiques assez caverneux. Puissante de 150 à 200 m., cette barre, qui forme sur la rive droite de la grande Nive la crête rocheuse du Mont Saint-Arroqui, traverse la rivière au coude du piton coté 261 (carrière), puis remonte au flanc du Jarra, où elle constitue le sommet coté 523 (532 sur la carte d'E.-M.) pour descendre ensuite vers l'W et couper la vallée de la Nive des Aldudes à 1 km. 2 au NE de la halte d'Eyerhalde.

Ces couches semblent y correspondre à ce que j'ai appelé, dans

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

la coupe de la route entre Banca et les Aldudes (XIII, p. 11), la série des *quartzites inférieurs*, qui représente le Siegénien.

On trouve ensuite, sur 300 m., un complexe de schistes calcarifères, dolomies, calcaires, grès, qui apparaissent comme l'équivalent de la *série schisto-calcaire* (Emsien inf.) et supportent une masse puissante de quartzites dolomitiques en bancs, avec quelques intercalations calcaréo-schisteuses. Cette masse, dont l'épaisseur dépasse certainement 500 m., forme les pentes N de la crête principale du Jarra. Elle est à rapprocher des *quartzites supérieurs* qu'on doit considérer, au moins jusqu'à plus ample informé, comme appartenant encore à l'Emsien.

A ces quartzites dolomitiques se superposent des schistes à nodules, avec grès plus ou moins psammitiques, attribués par Stuart-Menteath et Termier au Carbonifère ; Laverdière (XVI, p. 12 et 55), en se basant sur des analogies avec une succession observée en Navarre espagnole, les classe dans le Dévonien moyen, et les compare aux schistes de Llama (Léon) dont Ch. Barrois (I) avait établi l'âge exact. Ces schistes renferment quelques lentilles de calcaires noirs rognonneux.

La série paléozoïque du massif des Aldudes. — Ce massif, qui englobe, à l'W, le Quinto-Real espagnol, et, à l'E, les environs de Roncevaux, est moins bien connu que les régions précédemment décrites. Je n'entreprendrai pas d'en donner une description détaillée et me bornerai à mentionner, en ce qui concerne les montagnes de Baïgorry et des Aldudes, quelques observations nouvelles.

Le substratum de l'Ordovicien n'est pas accessible — sous réserve de ce qui a été dit ci-dessus quant à la présence incertaine de Cambrien au col de Roncevaux —. La série silurienne comprend, à la base, des schistes satinés verdâtres, très plissotés, sans fossiles, équivalent probable des schistes mâclifères de l'auréole du Labourd (Trémadoc?) ; puis un complexe, puissant de près d'un millier de m., de quartzites en bancs ou en dalles, quartzophyllades et schistes noirs : ce complexe passe, à sa partie supérieure, sans discordance ni interposition de poudingues, aux schistes noirs quartzeux et ferrugineux du Caradoc, recouverts à leur tour par les schistes ampéliteux du Gothlandien.

Le Dévonien inférieur débute par des quartzites dolomitiques, ou par des quartzites saccharoïdes sans stratification nette.

Je ne dirai rien du reste du Dévonien, dont j'ai déjà donné une description détaillée, si ce n'est pour rappeler la découverte réalisée

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

dans le Quinto Real par I. Goar (IX) de *minerais de fer oolithique*. Aux horizons oolithiques s'associent des couches qui sont de véritables lumachelles de Brachiopodes, dont les coquilles ou débris de coquilles se montrent cimentés par de la *bavalite*. Les tests sont en calcite et ont conservé leur microstructure caractéristique, sans qu'il y ait eu aucune épigénie de la calcite par la bavalite [1].

Notons également la présence de marbres rouges à Encrines rondes, dont je n'ai pu encore déterminer la position stratigraphique, au pic d'Orisson (S de Saint-Jean-Pied-de-Port).

Quant au Dévonien supérieur, il est connu seulement plus au SE, dans la vallée du Lauribar (Feuille de Mauléon), où Laverdière (XIV, p. 21 et fig. 4-5) a signalé des grès à *Spirifer Verneuili* (Frasnien ?), des schistes noirs et des griottes (Famennien) ; cet ensemble fait partie d'un autre massif hercynien, celui d'Igounce-Mendibelza. Dans ce même massif, le Carbonifère est, lui aussi, mieux représenté, et comprend des lydiennes à nodules phosphatés, des schistes à Goniatites, et des calcaires. Ce sont là des faciès comparables à ceux que M. Ch. Barrois a décrits dans les Asturies. Sont-ils cantonnés dans le massif d'Igounce-Mendibelza ? On ne saurait encore rien affirmer à cet égard. Dans la partie française du massif des Aldudes, y compris dans le diverticule d'Iparla qui relie ce massif à celui du Labourd, je ne connais aucun affleurement de Carbonifère. Il n'en va pas de même en territoire espagnol : du Carbonifère renfermant des plantes fossiles a été signalé par Stuart-Menteath près d'Eugui (frange SW du massif), où j'ai moi-même observé des grès verts westphaliens. Un autre gisement, voisin d'Almandoz (bordure NW) m'a fourni des empreintes peu caractéristiques (XII, fig. 258, p. 378).

En *résumé*, l'étude du bassin de la Nive, sur la feuille Saint-Jean-Pied-de-Port, montre l'existence d'un Silurien et d'un Dévonien inférieur incontestables, tandis que subsiste une incertitude quant au Dévonien moyen et supérieur, ainsi qu'au Carbonifère.

L'Ordovicien s'avère plus métamorphique en bordure du massif cristallin du Labourd que dans celui des Aduldes. De plus, on constate dans le premier de ces massifs une allure transgressive du Caradoc, qui ne se manifeste pas dans le second, où la sédimentation semble avoir été continue pendant toute la période silurienne.

Au Dévonien inf. prédomine un faciès très particulier : celui

1. Je me borne à signaler le fait sans chercher à en tirer des conclusions sur la genèse des oolithes, question que je réserve en vue d'un travail pétrographique ultérieur — pour l'achèvement duquel j'attends qu'il me soit possible de reprendre mes recherches en Navarre espagnole.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

des grès-quartzites dolomitiques, passant latéralement aussi bien à des quartzites typiques qu'à des dolomies saccharoïdes, et associés à des schistes calcarifères. Ce faciès monte jusque dans l'Emsien supérieur.

Terrains permo-triasiques.

Je ne reviendrai pas sur les descriptions données antérieurement du Permien et du Trias inférieur détritiques des Pyrénées basques (cf. XII et XIII). Leur composition, dans le massif de l'Arsamendi, est la même que dans les environs de Bidarray, le massif d'Iparla et celui des Aldudes. Cependant, tandis que dans les montagnes étudiées antérieurement par moi, le Trias s'était toujours montré concordant avec le Permien, sur le flanc NW de l'Arsamendi ainsi que sur l'éperon N de cette montagne, il accuse une discordance d'environ 25°. Ce n'est pas l'effet d'une dislocation locale, ni d'une dysharmonie provoquée par une différence de dureté des couches, mais d'une disposition sédimentaire originelle, visible sur une surface bien dénudée, escarpée, où les couches, relativement peu disloquées, montrent leur tranche sur plusieurs kms. De plus, une telle discordance se manifeste sur les deux flancs de l'éperon, aussi bien dans le vallon de Laxia, à l'W, que dans une gorge située à l'E. Partout, le Permien, affecté d'un pendage ± NW 25°, est surmonté de Trias subhorizontal débutant par son conglomérat de base habituel.

Ce Permien atteint, en contrebas du sommet de l'Arsamendi, une puissance de près de 400 m., qui va diminuant vers le N.

Comme toujours dans les Pyrénées basques — sauf dans les massifs d'Igounce et de Mendibelza, où son faciès est bien différent, — le Permien offre un caractère sporadique et varie rapidement en sa composition comme en sa puissance. Les Grès Bigarrés se montrent plus constants et plus réguliers. Néanmoins, les termes inférieurs (poudingues argileux et grès durs en bancs compacts à stratification entrecroisée) manquent quelquefois, en des endroits où le Permien fait lui-même défaut. Tel est le cas dans la vallée de la Nive des Aldudes, entre Eyharce et Baïgorry ; là, sur le flanc W du Jarra, les grès psammitiques, grès en dalles et argilites reposent en discordance sur des quartzites dolomitiques du Dévonien inférieur.

Muschelkalk et Keuper.

Le Muschelkalk s'égrène ainsi que de coutume en lentilles

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

éparses, de dimensions minimes, empaquetées dans le Keuper de la façon la plus chaotique : souvent tordues, enchevêtrées, parfois même superposées. Ce sont là les caractères de ce que j'ai appelé la *structure en glaçons* (XII, p. 448), de règle dans l'ensemble des Pyrénées basques.

Le Keuper offre son faciès habituel d'argiles bariolées avec amas d'ophite de formes et dimensions quelconques. Ces argiles es montrent par endroits durcies et schisteuses. Sur la bordure orientale du bassin, où le Keuper, riche en intercalations de Muschelkalk, supporte directement le Flysch crétacé, on rencontre des couches plus compactes, souvent bréchoïdes, avec cargneules et nodules de teinte claire.

Jurassique et Crétacé inférieur.

Le Jurassique est peu développé sur la feuille Saint-Jean-Pied-de-Port, qui mentionne seulement deux affleurements minuscules : celui d'Irouléguy, et celui d'Harguina, à 3 km. 5 au NE de Saint-Jean [1].

Il existe toutefois, au SE d'Ossès, un affleurement plus important qui semble avoir échappé a la plupart des observateurs : Seunes l'a ignoré, Termier et M. l'abbé Dubar (IV) aussi.

Stuart-Menteath (XIX) et Fournier (V) ont bien figuré à cet endroit un peu de Jurassique, mais de la façon la plus inexacte, en représentant ce Jurassique comme séparé du flysch par de l'ophite et du Trias, alors que la superposition est parfaitement normale. En réalité, ces auteurs avaient confondu le Muschelkalk avec l'Infralias.

Viennot, lui, a considéré le tout comme des mylonites ; il admettait, — en se basant sur l'existence d'anomalies difficilement explicables qui se manifestent un peu plus au SE, dans le bois de Nabahandy, ainsi qu'aux abords du pic d'Arradoy et près de Jaxu, sur la feuille de Mauléon, — que le contact du flysch avec les terrains plus anciens était anormal. On doit reconnaître que, dans les environs d'Ossès, les calcaires du Dogger sont bréchoïdes, et que les dislocations ou replis locaux se multiplient

1. Ces affleurements sont en réalité bien plus étendus que ne le figure la carte : celui d'Irouléguy correspond à une charnière synclinale, où un peu de Lias et de Jurassique se trouvent pincés dans une masse d'Infralias. Celui d'Harguina s'étend sur plus de 500 m. au N et à l'E du point signalé et comprend quatre anticlinaux très aigus avec Infralias, Lias, Dogger et Crétacé inférieur. Je réserve pour un travail ultérieur la description de ces terrains, situés en dehors de la zone qui fait l'objet de cette étude.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

à l'infini, en créant les apparences les plus décevantes. Toutefois, une analyse stratigraphique minutieuse permet d'établir que ces plissotements ne suppriment en aucune façon l'ordre de superposition des couches. Au contact du Trias (lames très étirées, mais certaines, de Grès Bigarrés, et Keuper) s'observe la succession suivante :

Rhétien : dolomies blanches ou jaunes, caverneuses surtout à la base (20 à 25 m.).

Hettangien [1] : marbres en plaquettes et calcaires rubanés (environ 20 m.).

Sinémurien : calcaire dur compact, gris bleuté clair (5 m.) [2].

Lias moyen : alternance de calcaires rognonneux en bancs et de lits marneux, gris bleuté foncé (5 à 10 m.).

Toarcien : marnes noirâtres plus ou moins schisteuses, se délitant facilement (15 à 20 m.).

Aalénien ou Bajocien : marnes gréseuses micacées verdâtres, renfermant quelques intercalations de grès verts durs, mais le plus souvent très fissurées et friables. Ces marnes ne m'ont fourni que des Ammonites et des Bélemnites en trop mauvais état pour qu'il soit possible de préciser leur âge (10 à 15 m.).

Dogger : Le Dogger est à l'état de calcaires durs, d'un bleu foncé, assez massifs, peu fossilifères. Ces calcaires se montrent zébrés de veinules de calcite blanche.

Sur les pentes au NE de Basterenia, cette formation passe latéralement à une sorte de brèche incomplètement cimentée, dont l'origine ne paraît pas être sédimentaire, ni encore moins tectonique. On peut la considérer comme une fausse brèche, dérivant des altérations subies par une masse calcaire en voie de recristallisation, en même temps, peut-être, que de dolomitisation. Le calcaire originel forme des blocs de 10 à 20 cm., ainsi que des fragments plus ou moins anguleux noyés dans une pâte plus cristalline, dont les éléments sont imparfaitement soudés.

Crétacé inférieur : moins étendu et plus irrégulièrement réparti que le Jurassique, le Crétacé inférieur, réduit à l'Albien, montre surtout des grès jaunes friables à débris ligniteux et des marnes schisteuses grises ou noirâtres, renfermant de gros nodules ferrugineux. En quelques points, on rencontre, au contact du Jurassique,

1. On rencontre aussi, à l'ESE d'Ahaice, des couches bréchiques imprégnées d'oxyde de fer, où ont été pratiquées quelques galeries de recherches (équivalen probable du « tuf hettangien » de M. l'abbé Dubar).

2. Aucune des trois couches ci-dessus ne contenant de fossiles, les noms d'étage donnés, n'ont qu'une valeur indicative, basée sur les analogies de faciès avec les Pyrénées basques d'Espagne. Les épaisseurs mentionnées ont été relevées à l'endroit le moins disloqué (pentes au-dessus de la ferme Bastérénia, à 3 km. au SSE de l'église d'Ossès). Elles varient beaucoup en raison des étirements et replis.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

des calcaires dolomitiques et des calcaires gréseux noirs d'âge incertain (Malm ou Aptien).

Flysch crétacé.

Le flysch n'offre aucun caractère particulier, et se révèle seulement beaucoup moins disloqué que sur la côte basque. Il débute presque partout par un banc de conglomérat polygénique où dominent des éléments du substratum immédiat : Paléozoïque, ophite triasique, dolomies infraliasiques, etc.[1]; ou bien encore, lorsqu'il repose sur du Jurassique ou du Crétacé inférieur, par une brèche à éléments de marbre crétacé rouge, noyés dans un ciment calcaréo-gréseux rouge vif, schisteux par places. Près d'Aguerria, à 2 km. 3 au SE de l'église d'Ossès, la brèche disparaît, passe latéralement à un calcaire massif à Huîtres, puis reparaît aussitôt après la disparition de ce dernier.

Au-dessus de la brèche s'observent des marnes schisteuses ou conchoïdes grises, identiques à celles qui constituent la base de cette formation sur la côte basque. Il arrive que ces couches renferment de nombreux galets épars de roches anciennes et d'ophite, ainsi qu'on peut le constater entre Arbélénia et Abartiague, à 2 km. 5 au NE d'Ossès.

Les calcaires en dalles et calcaires en plaquettes situés au-dessus ne diffèrent en rien de ceux qui caractérisent le faciès habituel du flysch.

TECTONIQUE

Tectonique anté-hercynienne et hercynienne.

Lorsque, pour distinguer les dislocations anté-hercyniennes et hercyniennes des dislocations post-hercyniennes, on se réfère à la surface de base du Permo-Trias, il apparaît que les plissements hercyniens se réduisent, dans les montagnes de la Basse-Navarre, à des ondulations fort simples, et pour la plupart à grand rayon. Les plis aigus, serrés, et plus ou moins étirés ou faillés, sont presque toujours des accidents post-hercyniens.

1. En bordure du massif cristallin du Labourd, il se charge de feldspaths détritiques provenant des gneiss.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Observe-t-on des indices de plissements antérieurs au Carbonifère ? Rien ne trahit une phase calédonienne proprement dite. Par contre, il semble qu'on puisse déceler la trace de ces mouvements anté-caradociens dont l'extension s'avère aujourd'hui considérable dans la Montagne Noire et les Pyrénées. Rappelons, en ce qui concerne ces dernières, qu'Hermann Schmidt (XVII, p. 1048, fig. 18) a signalé à Vilamur, près de Sort (vallée de la Noguera Pallaresa, en Catalogne), un conglomérat de base du Caradoc discordant sur le Llandeilo. Cet auteur a donné le nom de « mouvement pallarésique » à la phase orogénique correspondante.

La discordance en question ne se manifeste pas dans les Pyrénées basques. Mais ce n'est pas une preuve de l'absence de plissements : lorsque des masses rigides, comme les quartzites de l'Arenig, réagissent sur des roches tendres, telles que les argiles — devenues schistes — du Caradoc-Gothlandien, une discordance sédimentaire peut s'estomper.

Plus significative est la présence, à la base du Caradoc, de poudingues ou de graviers, d'autant qu'à cette constatation s'en ajoute une autre fort importante : c'est l'allure transgressive du complexe schisteux, soulignée par la disposition lenticulaire du substratum, c'est-à-dire des quartzites et quartzophyllades ordoviciens, sur la bordure S du massif cristallin du Labourd. Tandis qu'au Baygoura la série ordovicienne se révèle extrêmement puissante, on la voit se réduire rapidement vers l'W, et ne plus former, aux abords de Louhossoa, qu'un chapelet de lentilles minimes, entre lesquelles les couches graveleuses de la base du Gothlandien viennent reposer directement sur les schistes mâclifères de l'auréole du Labourd. Les quartzites du Mont Arrécaragay et du Pas-de-Roland, ne constituent eux-mêmes qu'une lentille plus étendue.

S'agit-il d'une disposition sédimentaire originelle ou d'étirements tectoniques ? C'est fort peu probable : aussi se trouve-t-on conduit à attribuer l'anomalie constatée à une *émersion postérieure au dépôt de l'Arenig, suivie par une transgression du Caradoc.*

Tectonique post-hercynienne.

Il résulte de notre analyse stratigraphique des terrains secondaires du bassin d'Ossès que le flysch crétacé repose normalement, avec ou sans interposition de Crétacé inférieur, sur une série jurassique qui recouvre elle-même le Keuper sur le bord SE

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

du bassin. La régularité d'une telle succession suffit à montrer que ces terrains ne peuvent appartenir à deux unités tectoniques différentes. Il nous reste à examiner si on peut en dire autant du Paléozoïque, ce qui revient à poser la question suivante : le Trias du bassin d'Ossès émerge-t-il en fenêtre sous le Paléozoïque, ainsi que le voulaient L. Bertrand (II) et P. Viennot (XXIV) ou bien occupe-t-il un fossé d'effondrement?

La réponse nous est fournie par l'analyse détaillée des contours :

1° Il n'existe aucun recouvrement du Primaire sur le Trias : les accidents qui limitent le bassin s'avèrent tous verticaux ou très voisins de la verticale. La fermeture W de l'affleurement triasique, près de Saint-Martin-d'Arrossa, est, à cet égard, significative. Elle s'apparente au type « étoilé », si fréquent dans les Pyrénées basques [1]. Le Trias s'enfonce en coin entre des murailles de quartzites ordoviciens, sans que ses contours puissent être considérés comme ceux d'une fenêtre.

2° Le long du contact anormal s'égrènent des paquets étirés et souvent laminés de Trias inférieur. Si chaotiques soient-ils, ces paquets ne doivent pas être comparés à des mylonites, car l'étirement n'a nullement altéré l'ordre de succession normal des couches : poudingues, reposant sur le Primaire, puis grès, psammites et argilites, et enfin Keuper : le tout plongeant vers l'intérieur du bassin sous un angle de 60 à 80°.

Cette disposition évoque celle que présentent les synclinaux triasiques sillonnant les massifs primaires de la Navarre, comme le synclinal d'Echalar-Urdax et celui de Plazaola-Ollin (XII, p. 142 et 203). Ces deux synclinaux se montrent, eux aussi, limités par des accidents du même genre, c'est-à-dire par des plis-failles cassants voisins de la verticale, ayant provoqué des laminages intenses sur leurs lèvres. Il y a eu effondrement en même temps que plissement, et le Trias occupant le noyau du pli apparaît pincé entre deux massifs paléozoïques.

L'examen des rapports du Trias avec le flysch qui prend en écharpe l'extrémité de ces deux synclinaux m'avait amené à me demander si leur formation ne relevait pas de mouvements en majeure partie anté-cénomaniens. Mais les faits observés en territoire espagnol ne se montraient pas assez significatifs pour lever toute incertitude.

A Ossès, au contraire, *on peut conclure sans hésitation en faveur d'un âge anté-cénomanien des dislocations principales*, car il est manifeste que le flysch n'a pas été affecté par elles, et qu'il

1. Voir, à cet égard, dans notre thèse (XII, p. 243, 292 et suiv.), les accidents qui affectent les cuvettes triasiques d'Elizondo, de Bearzun, de Maya et d'Ispéguy.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

vient recouvrir transgressivement, tantôt le Crétacé inférieur, tantôt le Jurassique, le Trias, ou même directement le Primaire, sans subir les mêmes déformations que les terrains sous-jacents. C'est seulement entre Ossès et le pic d'Arradoy qu'on voit, après disparition du Jurassique coupé en biseau, le flysch buter par accident contre le Dévonien : accident d'ailleurs vertical, orienté d'abord NW-SE, puis N-S, sur le bord duquel le flysch accuse un pendage W faible.

Rien n'autorise, par conséquent, à retenir, l'hypothèse de M. Léon Bertrand sur le rattachement du Trias d'Ossès et du massif cristallin du Labourd à sa nappe A, et celui du Silurien du Baygoura à sa nappe B. On ne saurait non plus admettre la suggestion de P. Viennot relativement à une nappe unique, la « nappe du Labourd » chevauchant le flysch.

Il serait hors de propos d'entreprendre ici la discussion des arguments sur lesquels s'appuyait notre regretté confrère, puisque les constatations faites suffisent à infirmer ses conclusions. Je me bornerai à retenir le cas de la bande triasique de Lucaindeguia, que Viennot considérait comme probant (XXIV, p. 212 et fig. 26).

Formée d'ophite avec quelques argiles bariolées, la bande triasique se termine en sifflet dans le Primaire, pincée entre des accidents verticaux, orientés NNE-SSW, qui isolent de la masse silurienne du Baygoura un paquet elliptique des mêmes terrains. Ce paquet, traversé entre Irissary et Ossès par un tributaire de la Nive, le Lacca, s'enfonce sous le Trias et le flysch sur son bord SE et NE, au lieu d'être recouvert par eux. Le flysch débute là aussi par son conglomérat de base habituel. Quant au contact de l'ophite de Lucaindéguia avec le Paléozoïque, il n'offre nullement la signification que lui avait attribuée notre confrère. Mes levés au 20.000e démontrent que les sinuosités constatées reflètent des torsions locales et non le plongement du Trias sous les quartzophyllades ordoviciennes.

Pas plus que le Trias d'Ossès, celui de Lucaindeguia n'apparaît donc en fenêtre sous le Paléozoïque. Il s'agit là de synclinaux compliqués d'effondrements, d'âge anté-cénomanien, où le Trias occupait sa position actuelle lorsqu'a commencé le dépôt du flysch.

CONCLUSIONS

Les faits essentiels qui se dégagent de cette étude sont les suivants :

1° Existence, sur la bordure méridionale du massif cristallin du Labourd, d'une série *cambro-ordovicienne métamorphique*,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

comprenant des cipolins, des schistes à andalousite et staurotide, ainsi que des quartzites et quartzophyllades.

2° Superposition, à cette série, de schistes noirs non métamorphiques, d'allure transgressive, débutant par des couches graveleuses ou parfois même par des poudingues, et comprenant le Caradoc et le Gothlandien.

3° Présence de Dévonien inférieur, surtout formé de quartzites-grès à ciment dolomitique. Une incertitude subsiste encore quant au Dévonien moyen et au Carbonifère.

4° Permien détritique conservant son allure sporadique et ses rapides variations de puissance. Les Grès Bigarrés, parfois légèrement discordants (Arsamendi), offrent la même constitution qu'ailleurs, mais les poudingues et les grès grossiers de la base manquent par places (Jarra). En ce cas, les grès en dalles, psammites et argilites recouvrent directement le Paléozoïque.

5° Découverte, au SE d'Ossès, d'une série jurassique complète depuis l'Infralias jusqu'au Dogger inclus.

6° Superposition normale, à ce Jurassique, de Crétacé inférieur et de flysch transgressif, débutant par un conglomérat. Ce flysch, peu disloqué, recouvre aussi bien le Jurassique que le Trias ou le Paléozoïque de la bordure orientale du massif du Baygoura.

7° Impossibilité de considérer le Trias du Bassin d'Ossès et celui de Lucaindeguia comme en fenêtre, et d'admettre un recouvrement des massifs paléozoïques sur le flysch.

8° Analogie des dislocations ayant donné naissance au bassin d'Ossès avec celles des synclinaux d'Echalar-Urdax et le Plazaola-Ollin. *Age anté-cénomanien de ces dislocations.*

BIBLIOGRAPHIE

I. — Barrois (Dr Charles). Recherches sur les Terrains anciens des Asturies et de la Galice (Espagne). *Mém. Soc. Géol. Nord*, Lille, t. II, 630 p., 20 pl., 1882.

II. — Bertrand (Léon). Sur la structure géologique des Pyrénées occidentales et leurs relations avec les Pyrénées orientales et centrales; essai d'une carte structurale des Pyrénées. *Bull. Soc. Géol. France*, Paris, 4e sér., t. XI, p. 121-153, 6 fig., pl. I (carte géol. en coul.), 1911.

III. — Sur le contact des massifs primaires du Labourd et du Baygoura, à Louhossoa (Basses-Pyrénées). *C. R. somm. S. G. F.*, n° 2, séance du 20 janv. 1919, p. 15-16.

IV. — Dubar (G.). Études sur le Lias des Pyrénées françaises. *Mém. Soc. Géol. Nord*, Lille, t. IX, 1, 332 p., 51 fig., 7 pl., 1925.

V. — Fournier (Eugène). Études géologiques sur la partie occidentale de la chaîne des Pyrénées entre la vallée d'Aspe et celle de

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

la Nive. *Bull. Soc. Géol. France*, Paris, 4e sér., t. V, p. 699-723, fig., 1905.

VI. — Nouvelles études sur la partie occidentale de la Chaîne des Pyrénées entre la vallée d'Ossau et celle de Roncevaux (Valcarlos). *Ibid.*, t. VII, p. 138-157, 23 fig., 1907.

VII. — Études sur les Pyrénées basques (Basses-Pyrénées, Navarre et Guipuzcoa). *Bull. Carte Géol. France*, Paris, t. XVIII, n° 121, p. 491-548, 33 fig., 1908.

VIII. — Sur quelques points de la Tectonique de la lisière septentrionale des Pyrénées. *Bull. Soc. Géol. France*, Paris, 4e sér., t. XXV, p. 279-302, 1925.

IX. — Goar (Isidore) et Lamare (Pierre). Existence de minerais de fer oolithique dans le Dévonien des Pyrénées navarraises. *C. R. VIIe Congrès intern. Mines, Métall. et Géol. appl.*, Paris, 1935, t. I, p. 305-311, 2 fig., 2 pl., 1936.

X. — Lamare (Pierre). Sur le massif ancien du Labourd (Basses-Pyrénées). *C.R. somm. S. G. F.*, n° 9, s. du 2 mai 1921, p. 122-123.

XI. — Sur le contact des schistes cristallins du masssif du Labourd et de la série crétacée aux environs d'Hasparren (Basses-Pyrénées). *Ibid.*, n° 10, s. du 23 mai 1921, p. 139.

XII. — Recherches géologiques dans les Pyrénées basques d'Espagne. *Mém. Soc. Géol. France, N. S.*, t. XII, n° 27, 464 p., 305 fig., 7 pl., 1 carte géol. en coul. au 200.000e dans une pochette, 1936 (Thèse Doct^{t} Paris) [consulter la bibliographie de cet ouvrage pour tous les travaux non cités dans la présente liste].

XIII. — Structure de la Basse-Navarre aux environs de Bidarray, de Saint-Étienne-de-Baïgorry et des Aldudes. *Bull. Carte Géol. France*, n° 196, t. XXXIX, p. 133-164, 4 fig., 1 pl. (carte géol. au 1 : 50.000e), 1938.

XIV. — Laverdière (J.-W.). Contribution à l'Étude des Terrains paléozoïques dans les Pyrénées Occidentales. *Mém. Soc. Géol. Nord*, Lille, t. X, n° 2, 131 p., 13 fig., pl. A (carte géol.) et I-VIII, 1930.

XV. — Palacios (Pedro). Los terrenos mesozoicos de Navarra. *Bol. Inst. Geol. Min. España*, Madrid, t. XL (XX de la 2a s.), 159 p., 18 fig., 1 pl. (carte en coul. au 400.000e), 1919.

XVI. — La formación cambriana en el Pirineo Navarro. *Ibid.*, 8 p., 1 fig., 1919.

XVII. — Schmidt (Hermann). Das Paläozoikum der Spanischen Pyrenäen. *Beiträge zur Geologie der westlichen Mediterrangebiete*, n° 8 (*Abhdl. d. Ges. d. Wiss. zu Göttingen*, M.-Ph. Kl., III F., h. 5, p. 981-1065), IV + 85 p., 21 pl., 1931.

XVIII. — Seunes (Jean). Recherches géologiques sur les Terrains secondaires et l'Éocène inférieur de la région pyrénéenne du Sud-Ouest de la France (Basses-Pyrénées et Landes). *Ann. Mines*, Paris, 8e sér., t. XVIII, 250 p., fig. A-G, 9 pl. (dont une carte géol. en coul. au 320.000e), 1890 [Thèse Doct^{t} Paris].

XIX. — Stuart-Menteath (P.-W.). Sur les Gisements Métallifères des Pyrénées-Occidentales. *Bull. Biarritz Assoc.*, Biarritz, 10 notes de 1909 à 1912. Voir notamment : 9e partie, juin 1912, 12 p., 1 carte géol. en noir au 200.000e.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

XX. — Termier (Pierre). Les brèches de friction dans le granite et dans le calcaire cristallin à Moiné-Mendia, près Hélette (Basses-Pyrénées), et leur signification tectonique. *Bull. Soc. Géol. France*, Paris, 4e sér., t. IV, p. 833-838, 1 fig., 1904.

XXI. — Sur la structure géologique des Pyrénées occidentales. *CR. Acad. Sc.*, t. CXLI, 4 décembre 1905, p. 966-968.

XXII. — Carte géologique détaillée de la France au 80.000e. Feuille 238 : Saint-Jean-Pied-de-Port, 1907.

XXIII. — [et Léon Bertrand]. Sur la tectonique du Pays basque français. *CR. Acad. Sc.*, t. CLIII, 13 novembre 1911, p. 919-924.

XXIV. — Viennot (P.). Recherches structurales dans les Pyrénées occidentales françaises. *Bull. Carte Géol. France*, n° 163, t. XXX, p. 1-267, 35 fig., 12 pl. (dont une carte géol. en coul. au 200.000e), 1927 [Thèse Doct[t] Paris]. (Consulter la bibliographie de cet ouvrage pour tous les travaux antérieurs à 1927.)

XXV. — Sur la géologie des environs d'Hasparren (Basses-Pyrénées). *CR. Acad. Sc.*, t. 185, 12 sept. 1927, p. 564.

XXVI. — Revision des feuilles de Saint-Gaudens, Bagnères-de-Luchon, Luz et Bayonne au 80.000e. *Bull. Carte Géol. France*, n° 170, t. XXXI, p. 95-105, 2 fig., pl. II, 1928.

XXVII. — Nouvelles observations géologiques dans le Labourd (Basses-Pyrénées), *CR. Acad. Sc.*, t. 187, 3 déc. 1928, p. 1064.

XXVIII. — [et Yang Kieh]. Observations pétrographiques dans le masssif cristallin du Labourd (Basses-Pyrénées). *Bull. Soc. Géol. France*, Paris, 4e sér., t. XXVIII, p. 369-379, pl. XXIII-XXIV, 1928.

Note relative à la carte de la page 165.

La carte jointe au présent travail n'a été établie que pour faciliter la lecture du texte. Étant donnée l'impossibilité matérielle de la faire imprimer en couleurs, nous avons cru préférable de nous limiter à porter schématiquement les contours principaux, sans utiliser des hachures, grisés, ou notations compliquées qui eussent rendu la lettre illisible. Une telle carte ne doit être considérée que comme une esquisse provisoire, et, d'ores et déjà, nous pouvons indiquer quelques points où elle appelle une rectification :

1° Entre Louhossoa et le Baygoura : il y a, contrairement à ce qui est dit p. 169, étirement momentané du Silurien, au profit du Dévonien qui s'étend plus loin vers l'E que le croquis ne l'indique.

2° Entre Irouléguy et Eyerhalde, les contours du Keuper sont erronés : le petit massif de Grès Bigarrés situé à l'W d'Irouléguy s'avère séparé de celui du Jarra par une bande de Keuper, d'ailleurs presque totalement masquée par les alluvions et les éboulis.

3° Immédiatement à l'E de Saint-Étienne-de-Baïgorry, le Crétacé inférieur, associé à du Trias mylonitique, offre une extension plus grande qu'il n'est figuré.

4° Au S de la même localité, l'Ordovicien supporte une bande de Gothlandien, qui passe à la hauteur du P du mot Pic de Béharia et supporte elle-même du Dévonien inférieur.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Sur quelques roches éruptives de la région d'Ax-les-Thermes (Ariège)

par **B. Brajnikov** [1].

Le granite d'Ax n'a pas fait, à ma connaissance, l'objet d'études détaillées. En rapport avec mes recherches hydrogéologiques [2] sur les sources thermales bien connues de la région, j'ai rassemblé quelques données qu'il a semblé intéressant d'exposer.

La conception toute nouvelle de M. E. Raguin [3] sur la nature des gneiss qui constituent la plus grande partie de la moitié orientale de la zone axiale des Pyrénées, l'a amené à distinguer les *granites normaux* (*granites d'Ax*) et les *granites d'anatexie* faisant partie de la zone des migmatites. Dès lors, la grande masse de granites (γ_1) figurée sur la carte géologique au 1:80.000e, notamment à l'Ouest d'Ax, devait disparaître et le massif éruptif proprement dit s'est trouvé réduit à une surface de 5 à 6 km^2 environ.

Granite. — Ce petit massif granitique se situe entre l'Ariège et le bas Nagear, son affluent de gauche. Macroscopiquement, la roche est leucocrate, de couleur roussâtre, à grain moyen, parfois schistoïde, surtout dans sa partie NW. On y reconnaît toujours la présence de deux micas.

L'étude au microscope a permis de déterminer, dans cette roche, plusieurs espèces minérales.

Le *quartz*, toujours très abondant, se présente sous diverses modalités : en inclusions dans les feldspaths ; en grandes plages craquelées à extinction roulante ; en grains plus petits, granoblastiques, souvent disposés en bandes, indiquant une recristallisation partielle de la roche ; sous forme de myrmékite dans les plagioclases et, quelquefois, en micropegmatite.

Le *microcline*, particulièrement abondant dans la partie sud du massif, se présente souvent en très grandes plages englobant plus ou moins les autres minéraux, à l'exception du quartz ; la structure perthitique le caractérise toujours. Il renferme souvent, d'autre part, de petits cristaux d'albite.

1. Note présentée à la séance du 27 mars 1939.

2. B. Brajnikov. Contribution à l'étude hydrogéologique des Pyrénées ariégeoises. *Ann. Inst. Hydr. Climat.*, t. XI, fasc. 4, n° 42, 1937.

3. E. Raguin. Contribution à l'étude des gneiss des Pyrénées. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, t. VIII, 1938, p. 11.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

L'*oligoclase* à teneur en anorthite variable, voisine de 15 %, représente les plagioclases. Elle est généralement bien cristallisée en assez grandes plages idiomorphes, parfois zonées et dans ce cas plus albitiques sur les bords. Dans certains échantillons, l'oligoclase renferme des inclusions de microcline (antiperthite) qui n'indiquent pas une interversion dans l'ordre de cristallisation des éléments.

Les deux micas — *muscovite* et *biotite* — sont constamment présents. La biotite, brun verdâtre, fortement polychroïque, est nettement subordonnée à la muscovite, excepté près du contact sud gneiss-granite, où elle devient prédominante.

Comme autres éléments, présents toujours en très faible quantité, on remarque surtout l'*apatite* en très grands cristaux, le *zircon*, la *chlorite*, l'*épidote*, la *zoïsite*, la *tourmaline* et le *sphène*.

Pour l'étude quantitative de la roche, j'ai employé l'appareil intégrateur perfectionné par M. P. Urbain [1]. Les résultats numériques sont réunis dans le tableau ci-dessous, et la figure 1 les donne suivant la représentation graphique adoptée par cet auteur (projection sur la carte de la région).

Tableau des proportions des principales espèces minérales dans le granite et les granito-gneiss encaissants (en %).

	GRANITE					GRANITO-GNEISS				
N° d'échantillon	337	58	6	91	272	72	377	8	143	275
Quartz	46.14	47.64	39.56	40.44	42.79	27.27	29.02	33.64	33.87	35.56
Microcline	18.11	19.94	21.69	26.93	24.38	22.51	17.19	25.71	23.44	24.20
Oligoclase	26.22	22.85	27.84	21.28	24.11	42.76	44.89	30.40	28.31	29.34
Muscovite	8.73	7.66	8.57	6.64	2.93	6.83	7.04	5.99	9.07	2.82
Biotite	0.62	1.38	1.77	4.52	4.94	0.51	1.57	3.67	5.01	7.41
Autres éléments	0.18	0.53	0.75	0.19	0.85	0.12	0.29	0.59	0.30	0.67

1. P. URBAIN. Variations minéralogiques dans le massif granitique de Cauterets. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, s. 5, t. VIII, 1938.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

On peut, d'autre part, se faire une idée sur la constitution chimique globale du granite et sur les variations dans l'espace de sa teneur en divers éléments, en recalculant les données de

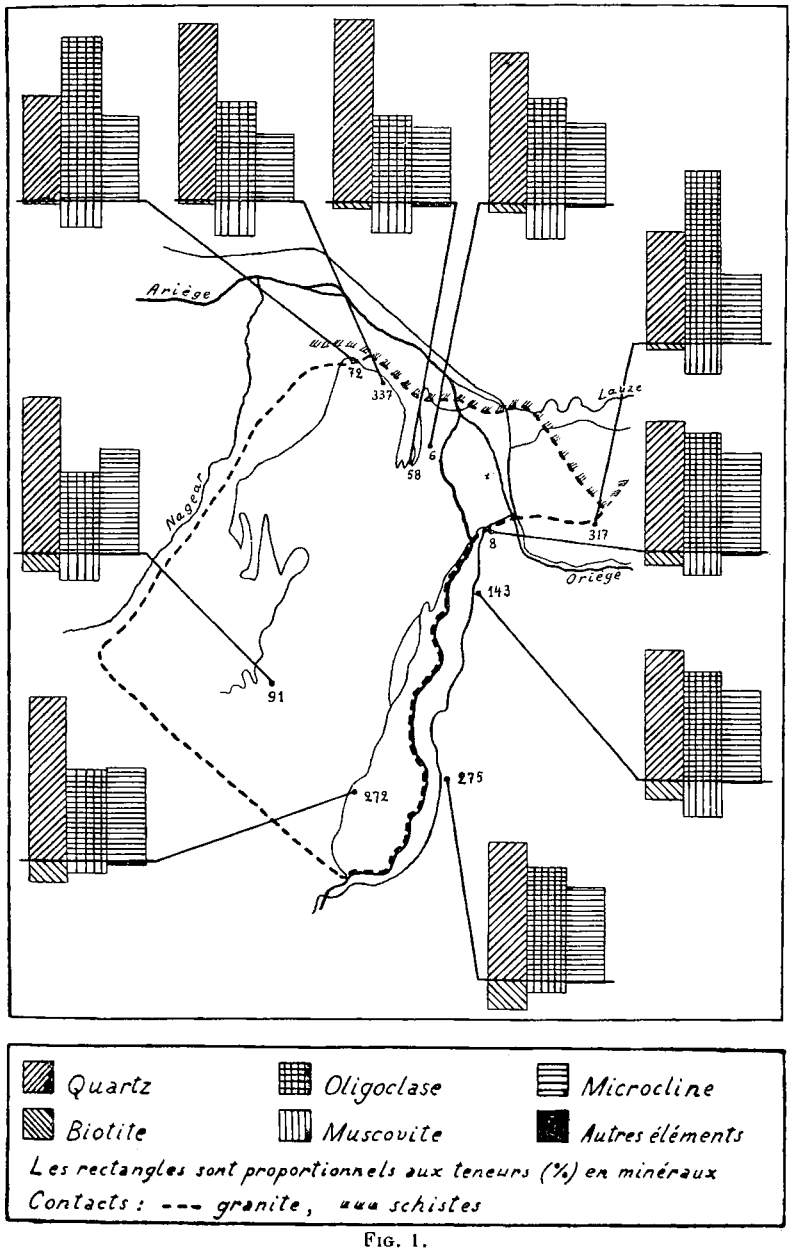


FIG. 1.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

l'analyse minéralogique en radicaux chimiques, d'après les formules théoriques des minéraux déterminés. Les données ainsi obtenues sont des *proportions moléculaires globales*, mais il serait évidemment illusoire de les regarder comme représentant la teneur *exacte* de la roche en éléments chimiques. A ne considérer que les feldspaths, ni la structure perthitique des microlines, ni l'antiperthite, ni la séricite des plagioclases ne se prêtent à l'analyse géométrique. Même si la teneur en Na du microcline est plus ou moins compensée par la teneur en K des plagioclases, le doute qui subsiste est trop grand pour pouvoir considérer les proportions moléculaires fournies par le calcul comme ayant une valeur absolue : elles ne sont certainement qu'une approximation grossière. Mais elles restent comparables entre elles et susceptibles de fournir des indications intéressantes.

Il résulte des analyses géométriques directes et des compositions chimiques reconstituées, que ce granite est très riche en quartz (40 à 48 %) et que la quantité de silice libre dépasse toujours la quantité de silice combinée. Pour les granito-gneiss encaissants, l'inverse est vrai, car la silice combinée dépasse en quantité la silice libre (27 à 35 % de quartz). La variation totale est, cependant, beaucoup moins prononcée ; elle peut se résumer ainsi (en proportions moléculaires) :

	Granite	granito-gneiss
SiO_2 totale	76.5-79.5 %	72-75 %
$K_2O + Na_2O + CaO + MgO + Al_2O_3$	19.5-22.5 %	24-26 %

La quantité d'alumine est sensiblement constante sur tout l'affleurement. La quantité de fer n'a pu être évaluée, car cet élément n'entre pas dans les formules théoriques des minéraux essentiels trouvés, à l'exception de celle de la biotite. Elle est en tout cas très faible.

La quantité de potasse varie assez peu, en augmentant de la périphérie vers le centre du massif, mais il est intéressant de noter que la variation minéralogique est beaucoup plus considérable que le laisserait prévoir la variation chimique. Cette divergence trouve son explication dans le fait que si la quantité de microcline tombe de 27 % au centre à près de 20 % sur le bord nord, cette diminution est compensée dans une certaine mesure par l'enrichissement en muscovite dans la même direction.

Cette relation curieuse entre le microcline et la muscovite démontre, en outre, un enrichissement local du granite en eau, notamment sur son bord nord. Est-ce un résultat de la diffé-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

renciation magmatique, de l'endomorphisme, de la couverture de schistes relativement imperméables ? La question reste ouverte.

Contrairement à la potasse, la quantité de soude et de chaux diminue de la périphérie vers le centre, tandis que la quantité de magnésie croît du Nord au Sud, ce qui se traduit par une diminution du nombre des plagioclases au centre du massif et par un enrichissement notable en biotite dans la partie méridionale.

Un tel enrichissement en plagioclases du granite à son contact avec des schistes a été décrit pour d'autres massifs pyrénéens par M. A. Lacroix [1] et attribué aux phénomènes d'endomorphisme. Tout porte à croire que le massif d'Ax obéit à la même règle générale.

En résumé : la partie nord du massif est, en gros, plus sodique et calcique et la partie sud plus potassique et magnésienne que la moyenne des analyses.

Il me paraît donc vraisemblable que la partie méridionale correspond à une masse plus profonde, dont la partie septentrionale représenterait le bord, tout près d'un contact normal avec les gneiss et les schistes.

Le granite dans toute sa masse visible pourrait se définir comme un *granite monzonitique à deux micas*.

Cependant, l'étude microscopique montre que ce granite, postérieurement à sa mise en place, a subi des modifications attribuables au métamorphisme épizonal. En effet, la torsion et l'écrasement des minéraux, la recristallisation d'une partie du quartz, la séricitisation des plagioclases, la structure perthitique des microclines et l'antiperthite des oligoclases, souvent imputables au métamorphisme (démixion des solutions solides, due aux modifications dans les conditions thermodynamiques dans lesquelles a pu se trouver la roche [2]), la chloritisation de la biotite, la formation de muscovite et de quartz aux dépens du microcline, observée parfois au contact des grandes plages de microcline et de muscovite, sont autant d'indices qui montrent que le granite n'a conservé intactes ni sa constitution minéralogique, ni sa structure primitives.

Aux environs immédiats d'Ax, au Nord et à l'Est, on rencontre au milieu des schistes, de petits pointements d'un granite un peu différent du précédent. Ils se laissent distinguer sans

1. A. Lacroix.
2. A. Harker. Métamorphisme. London, 1932.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

peine à l'œil nu, car ce granite, de couleur gris clair, est à mica noir seulement.

L'examen au microscope montre que cette roche est constituée par *quartz*, *microcline*, *oligoclase*, *biotite* et *chlorite*. L'*apatite*, le *zircon* et l'*épidote*, avec parfois un peu de *muscovite*, représentent les minéraux accessoires. Comme dans le granite d'Ax, le microcline a une structure perthitique et l'oligoclase renferme de l'antiperthite et de nombreuses paillettes de séricite. La myrmékite est extraordinairement développée autour des cristaux de feldspaths. Les éléments de la roche sont souvent brisés et tordus, et le quartz en partie recristallisé en grains granoblastiques de plus petite taille.

On pourrait donc définir cette roche comme *granite monzonitique à biotite*. Elle a également été modifiée par l'action d'un métamorphisme épizonal.

L'analogie très grande de composition de ces deux granites laisse supposer qu'ils font partie d'une même masse originelle, mais que le granite gris, qui constitue probablement des sortes d'apophyses dans les schistes, a acquis une composition légèrement différente par suite des phénomènes d'endomorphisme.

Diorite. — Au Cap de Larguis, à 6 km. au SSE d'Ax, on voit apparaître une petite masse, de quelques centaines de mètres carrés, d'une roche mésocrate à grain assez grossier, renfermant des cristaux de hornblende bien visibles à l'œil nu.

Au microscope on constate la présence de *quartz* peu abondant, en partie en plages craquelées, en partie recristallisé, granoblastique ; de l'*andésine* à 45 % environ d'anorthite, zonée et plus calcique au centre ; de la *hornblende* verte souvent presque incolore vers le centre, verte ou bleuâtre sur les bords ; de la *biotite* brune fortement polychroïque et de la *chlorite* abondante. Accessoirement on trouve de l'*apatite*, du *zircon*, de la *pyrite*, de la *séricite* et de l'*hydroxyde ferrique* (produit d'altération superficielle). Certains éléments de la roche sont tordus et brisés.

Cette roche serait une *diorite quartzique* modifiée par un métamorphisme épizonal.

Un peu plus au Nord, sur les pentes Ouest du Cap del Camp et du Lata, on trouve de nombreux blocs volumineux de roches mélanocrates, très résistantes au marteau, constituées à l'œil nu d'assez grands cristaux d'amphibole avec plus ou moins de biotite et de feldspaths. Ce sont des hornblendites et des péridotites.

Hornblendites. — Les premières, examinées au microscope sont constituées essentiellement par de très grandes plages fré-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

quemment maclées de *hornblende* brune, faiblement polychroïque. Cependant, cette coloration brune n'est conservée qu'en taches irrégulières, le reste du cristal étant devenu presque incolore. A côté de la hornblende on voit de belles plages de *biotite* brune, du *labrador* à 60-65 % d'anorthite et, en très faible quantité, de la *pyrite* et de l'*apatite*. La texture de la roche se rapproche de la texture ophitique.

Péridotites à hornblende. — Ces roches diffèrent essentiellement des précédentes par la disparition totale des plagioclases et de la biotite et par la présence d'abondants cristaux d'olivine remarquablement fraîche. En plaques minces, la *hornblende* est faiblement et irrégulièrement colorée en vert pâle et remplie d'inclusions noires. Il y a lieu de penser qu'elle est le résultat de l'ouralitisation d'un pyroxène. La *trémolite* l'accompagne. A côté on reconnaît de nombreux et beaux cristaux d'*olivine*, des plages de *chlorite* (du groupe des *prochlorites*) et des grands cristaux de *pyrite*. Il est intéressant de noter que la chlorite apparaît comme un minéral primaire remplissant les vides et englobant plus ou moins tous les autres minéraux. L'enchevêtrement des cristaux démontre une tendance à la texture ophitique, comme pour la roche précédente.

La découverte dans la région des trois derniers types de roches, diorites, hornblendites et péridotites, pose un problème très intéressant.

En effet, ces roches semblent être identiques à celles décrites par M. A. Lacroix dans la région à l'Est du méridien de Naguilles et qu'il a démontré être le résultat de l'endomorphisme du granite par assimilation de roches calcaires. La question se pose donc de savoir s'il en est également ainsi pour la région Cap de Larguis-le Lata, que j'ai étudiée. Dans le cas contraire, il faudrait les considérer comme des produits de différenciation du magma granitique, formant des sortes d'apophyses dans la série gneissique. Une deuxième question se pose également : ces roches sont-elles liées au granite normal ou aux migmatites ? Je reviendrais ultérieurement sur ce point.

La région que j'ai étudiée a été plus profondément décapée par l'érosion que celle qu'a décrite M. A. Lacroix, de sorte qu'on ne peut plus voir aucune trace de couverture schisteuse entre Larguis et Lata. Toutefois, immédiatement au Sud de la petite masse de diorites, viennent s'appuyer contre elle les calcschistes attribués au Dévonien qui constituent le noyau du pli synclinal de Mérens. Ils ont ici une centaine de mètres de puissance. En outre, ce synclinal est faillé sur son bord nord, de sorte que le

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

contact calcschistes-diorite s'effectue probablement par faille.

Si la présence même de roches carbonatées au voisinage immédiat des diorites est un fait en faveur de leur origine endomorphique, ni le rapport de leurs masses, ni leur distribution géographique ne peuvent apporter confirmation à cette hypothèse. Il faut donc supposer que l'extension des roches carbonatées était, jadis, beaucoup plus grande dans la région et que ces roches, enlevées par l'érosion, n'ont laissé que des vestiges de leur présence sous forme de faciès endomorphiques du granite.

Cette hypothèse paraît préférable à celle de la différenciation magmatique : l'argument le plus sérieux que je trouve en sa faveur est l'identité remarquable de ces roches avec celles de la série décrite par M. A. Lacroix, et qui forment un véritable cortège d'endomorphisme du granite par les roches calcaires. D'autre part, la différence nette entre cette série de diorites, hornblendites et péridotites et les autres roches basiques décrites dans les Pyrénées (ophites, lherzolites, diabases, labradorites, etc.) peut également être invoquée comme argument.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

La Carélie et la Péninsule de Kola d'après l'excursion du XVII^e Congrès Géologique International

par **Louis Royer** [1].

L'excursion A-1 dite « du Nord » du XVII^e Congrès Géologique International a été consacrée à l'étude de la Carélie et de la péninsule de Kola. Elle a eu pour objectif principal l'examen des terrains précambriens qui constituent la partie est du bouclier baltique. Les itinéraires parcourus s'appuyaient sur la ligne de chemin de fer de Leningrad à Murmansk ; ils ont permis de visiter une série d'affleurements caractéristiques des roches de la région ainsi que plusieurs exploitations minières ouvertes depuis peu dans la contrée.

Courses en Carélie.

1) C'est par une course sur les rives du lac Onéga que débutèrent les excursions. Les terrains primaires qui affleurent au Sud du lac Onéga disparaissent au Nord d'une ligne partant sensiblement de l'extrémité sud du lac Onéga en direction est-ouest. Ainsi le Dévonien qui affleure dans la vallée du Svir fait place vers le Nord aux formations précambriennes et c'est à Shoksha sur la rive sud-ouest du lac Onéga que les participants prirent connaissance des terrains précambriens les plus récents : le Jotnien et le Jatulien.

Le Jotnien y est composé à la base par des grès gris clair très siliceux (87 % de SiO^2) présentant par endroits une stratification entre-croisée et montrant à la surface de plusieurs plans de stratification les sillons bien connus désignés sous le nom de ripple-marks. Au-dessus de ces grès des inclusions de microgabbros de type diabasique ont amené des épaisseurs plus ou moins fortes d'une roche verdâtre à grains fins. Ces microgabbros sont tantôt à quartz, tantôt à micropegmatite.

2) Plus au Nord, à Kameny Bor, près de Petrozavodsk, on observe en dessous de ce grès jotnien très siliceux, un autre grès moins quartzeux (66 % de SiO^2) feldspathique, d'une teinte

1. Note présentée à la séance du 27 mars 1939.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

foncée presque noire, renfermant des lits de schistes noirs et de galets de quartz. Ce grès foncé se place entre les étages Jotnien et Jatulien ; les géologues russes en font du Hoglandien.

Dans l'île du Suisaari, le Hoglandien est représenté par un complexe de roches volcaniques étudiées en détail par plusieurs auteurs (Loewinson-Lessing, Timofeev, Eskola). On y observe des microgabbros à texture ophitique, des microdiorites à augite et plagioclases plus ou moins albitisés, des andésites affectant tantôt le type des diabases à noyaux, tantôt celui des variolites constituées par un verre dans lequel nagent des sphérolites de feldspaths blancs.

Toutes ces roches forment ou bien des galettes volcaniques à sections elliptiques et structure zonée (pillow-lavas) ou bien des brèches volcaniques et des tuffs. Dans les cavités des pillow-lavas on trouve des minéraux secondaires tels que de la calcédoine et du quartz.

3) Le Jatulien supérieur a été étudié dans les environs de Shunga sur la côte nord-ouest du lac Onéga. A la base, on y trouve des calcaires dolomitiques et des dolomies à structure grenue et largement cristalline. Au-dessus de ces roches carbonatées on observe des schistes noirâtres surmontés eux-mêmes par une masse plus ou moins importante de microgabbros. Au contact des schistes ces microgabbros se chargent parfois de minerais sulfurés.

Ces schistes noirâtres du Jatulien renferment près de Shunga un minéral noir rappelant l'anthracite et auquel on a donné le nom de shungite ; il a été exploité comme combustible. La shungite forme tantôt des lits continus dans les schistes, tantôt des amas lenticulaires coincés entre les feuillets des schistes.

On distingue quatre variétés de shungite suivant la teneur en carbone de l'échantillon. La première variété a un éclat adamantin et une cassure conchoïdale caractéristique ; elle est tout à fait opaque ; sa teneur en carbone est comprise entre 85 % et 98 %. Au point de vue minéralogique 60 % environ de ce carbone s'y trouve sous la forme de graphite.

Les autres variétés sont mates et constituent une matière charbonneuse plus ou moins tendre ; leurs teneurs en carbone varie de 17 % à 70 % ; elles sont exemptes de graphite. Les cendres sont essentiellement composées de silice (45 % à 75 % de SiO^2).

Le mode de gisement et les résultats d'études géochimiques font penser que la shungite dérive de bitumes. Les schistes renfermant la shungite devaient être à l'origine des schistes bitumineux analogues par exemple à la kuckersite d'Esthonie. Lors de

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

la venue intrusive des microgabbros qui surmontent ces schistes, l'élévation de température qui en est résultée a transformé ces hydrocarbures en shungite.

4) Le Jatulien inférieur et son contact avec l'étage Archéen qui lui fait suite vers le bas ont été étudiés dans la région comprise entre l'extrémité nord du lac Onéga et le lac Segozero.

Dans ce pays, on voit affleurer le granite archéen surmonté du Jatulien inférieur qui se compose d'une puissante série de grès quartziteux avec des intercalations de microgabbros. A la base du Jatulien se trouve fréquemment un niveau de conglomérats formés de blocs arrachés au granite Archéen ; mais ce niveau manque par endroits. Il y est remplacé par une masse souvent à texture schisteuse composée de l'arène sableuse résultant de l'altération du granite Archéen.

5) Dans toute la Carélie du Nord et en particulier sur les bords de la Mer Blanche, les participants à l'excursion eurent l'occasion d'étudier les terrains métamorphiques et éruptifs de l'Archéen. C'est le pays classique des phénomènes de métamorphisme sous toutes ses formes ; on y retrouve maints faits signalés par les auteurs qui ont décrits les terrains analogues de Finlande et de Suède.

Bien que ces schistes cristallins aient des compositions minéralogiques voisines, il est possible grâce aux intrusions granitiques répétées qui les ont traversés de les diviser en plusieurs séries.

Ces venues granitiques sont au nombre de trois en Carélie. La première n'affecte que les terrains les plus anciens, ceux qui constituent le Svionien ; c'est la venue I post-svionienne. Une seconde venue granitique II traverse les terrains svioniens et bothniens ; elle est post-bothnienne. Enfin une troisième venue granitique III pénètre sur les bords de la Mer Blanche dans le Jatulien dont elle métamorphise les sédiments ; elle est dite post-carélienne ou post-jatulienne.

Le granite I est du type granodioritique ; il contient essentiellement des plagioclases oligoclase et andésine, de la hornblende, de la biotite et peu de feldspath microcline.

Le granite II, par contre, est plus acide que le précédent et est caractérisé par la prédominance du microcline sur tous les autres feldspaths. Lors du métamorphisme, il injecte fréquemment les schistes « lit par lit » d'un mélange de quartz et de microcline.

Le granite III moins répandu que les précédents est à texture porphyrique avec de gros phénocristaux et microcline nageant dans une masse microgrenue ; sa couleur est d'un rose foncé.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Les gneisss svioniens des environs de Shuyeretskaya comprennent des variétés à biotite, à grenats, à disthène, à staurotide, à amphibole ; on y observe en plus des micaschistes et des amphibolites. Ces schistes très anciens ont été traversés par le granite I et ont donné avec lui de grandes masses de brèches éruptives. Le granite II les a migmatisés sur de grandes épaisseurs. Enfin le granite III les recoupe également, mais sans y produire de nouveaux phénomènes de métamorphisme.

Une lentille de gneiss à grenats de Terbeostrov est remarquable par la taille énorme des grenats almandins en dodécaèdres rhomboïdaux à peine arrondis que l'on y trouve.

6) Une course au fjord Chupa dans la Baie de Kandalaksha fut consacrée à l'étude de pegmatites qui y sont exploitées. Ces pegmatites qui traversent des gneiss svioniens dérivent du magma granitique II.

Elles contiennent essentiellement du microcline rose en masses compactes mélangé à du quartz ; accessoirement on y rencontre de l'albite, de la magnétite, de la pyrite, de la pechblende, de la tourmaline, de l'apatite et des grenats, de grandes lames de biotite. Les plus importantes de ces pegmatites ont une largeur qui peut atteindre 250 à 300 m. ; ainsi le filon dit « Samoylovitch » a fourni, depuis qu'il est en exploitation, 75.000 tonnes de microcline destiné à l'industrie céramique. D'un autre filon dit « Krivoye Ozero » on a extrait plus de 250 tonnes de muscovite en lamelles de 25 cm. de diamètre environ.

A Kandalaksha on retrouve l'ensemble des gneiss et micaschistes de l'Archéen plus ou moins transformés en migmatite par la venue granitique II.

Courses dans la péninsule de Kola.

7) La première journée de l'excursion dans la péninsule de Kola fut consacrée à l'étude du massif de pyroxénites d'Afrikanda.

Ce massif de roches basiques traverse les gneiss Archéens ; de nombreuses apophyses s'infiltrent dans ces gneiss sur les bords du massif. Essentiellement formée de pyroxènes avec quelquefois de la hornblende, on trouve dans cette roche de nombreuses ségrégations d'ilménite, de magnétite titanifère et de knopite. Au sein du massif de pyroxénites se sont individualisées des masses souvent importantes de péridotites. Tout le massif est parcouru par des pegmatites alcalines renfermant de

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

la néphéline, de la tourmaline et des pyroxènes. Le fait minéralogique frappant de ce massif d'Afrikanda est que l'on retrouve les mêmes minéraux titanifères aussi bien dans la péridotite que dans la pyroxénite et dans les pegmatites à néphéline. Ce fait semble indiquer que ces différentes roches dérivent du même magma basique originel.

8) La dernière partie de l'excursion nous mena dans la région de Kirovsk où l'on examina en détail le massif de Khibine situé entre le lac Imandra à l'Ouest et le lac Umbozero à l'Est et formant la toundra de Khibine.

C'est un massif très étendu de roches alcalines qui affleurent au milieu de terrains antécambriens. Il présente une structure concentrique due vraisemblablement à des phénomènes de ségrégations magmatiques. En allant de la périphérie vers le centre on rencontre d'abord une bande de syénites alcalines à grains fins, puis une large zone renfermant une syénite néphélinique à texture grenue avec aegyrine et hornblende, puis une bande de syénites néphéliniques à structure trachytique renfermant fréquemment de l'eudialite. Puis vient une bande de syénites néphéliniques à structure poecilitique (rischorrite) composées de feldspaths potassiques et sodiques, d'aegyrine et d'astrophyllite. Encore plus près du centre, on note des ijolites et des urtites qui renferment fréquemment des masses importantes d'apatite mélangées à de la néphéline. Le centre du massif enfin est constitué par des foyaïtes à hornblende ou à pyroxène contenant presque toujours du sphène.

Toutes ces roches contiennent de notables proportions de néphéline; leur teneur en ce feldspathoïde varie de 35 à 78 % environ. Parmi les éléments mélanocrates, on trouve surtout des pyroxènes alcalins de la série de l'aegyrine, tels que l'eudialite, l'aenigmatite et l'astrophyllite. Dans tout le massif on trouve des cristaux jaunes-miel de sphène et des prismes d'apatite. Au point de vue minéralogique, ces syénites néphéliniques de Khibine sont caractérisées par la présence de nombreux silicates titanifères et zirconifères et de minéraux contenant des terres rares, surtout du niobium et du tantale. C'est ainsi qu'on y trouve de la lambrophyllite (fluotitanosilicate de Na et Sr), de la rinkolite et de la lovchorrite (tous deux titanosilicates de Ca, Sr, Na mélangés à des niobates). 110 minéraux différents ont pu être déterminés jusqu'ici dans ces roches alcalines de Khibine.

En dehors de l'intérêt scientifique que présente ce massif, il a en outre une importance économique très grande. Il renferme

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

en effet, des réserves d'apatite fort considérables dont l'exploitation a été entreprise depuis quelques années.

La roche essentiellement composée d'apatite en cristaux prismatiques et de néphéline forme de vastes amas lenticulaires au contact des ijolites avec les syénites néphéliniques à texture poecilitique.

Dans la roche à apatite on peut distinguer deux zones.

La zone supérieure est composée d'une roche massive et tachetée, de couleur verdâtre, renfermant de l'apatite saccharoïde et des nids de néphéline ; accessoirement on y trouve de l'aegyrine, du sphène, de la magnétite titanifère et du mica lépidomélane. C'est de cette zone que l'on extrait le minerai riche qui contient en moyenne 65 % d'apatite, 20 % de néphéline, 10 % d'aegyrine, 20 % de sphène, 2 % de magnétite et 1 % d'autres minéraux.

La zone inférieure renferme l'apatite sous forme de lits alternant avec des ijolites stratiformes. Cette zone est moins riche que la première en apatite ; sa composition moyenne peut être représentée par 45 % d'apatite ; 30 % de néphéline, 18 % d'aegyrine, 3 % de sphène, 3 % de magnétite titanifère et 1 % d'autres minéraux.

Enfin, à quelques endroits l'apatite forme des « yeux » dans la roche encaissante à texture stratifiée analogues à ceux que produit le quartz dans certains gneiss.

Au point de vue minéralogique, les cristaux d'apatite de ces roches sont des fluoapatites dans lesquels une partie du fluor est remplacée par le groupe OH ; toujours ils contiennent une teneur en SrO variant de 1,82 à 3,18 % et des traces de terres rares.

La roche à apatite est exploitée soit par carrières, soit par galeries de mines. Avant d'être traité en vue d'en faire des engrais pour l'agriculture, le tout-venant est enrichi en apatite. Le stérile, essentiellement composé de néphéline, sert à l'amendement des terres très acides de la toundra.

Au contact du massif de roches alcalines avec les schistes cristallins archéens, on constate que ces derniers ont été transformés en une cornéenne à cordiérite ou à hypersthène.

L'âge de cette intrusion alcaline est déterminée d'une manière concordante par deux faits. D'une part, on a retrouvé dans la syénite néphélinique un bloc d'une argile transformée en cornéenne et renfermant encore des empreintes de végétaux du Dévonien supérieur. D'autre part, une détermination de l'âge absolu de cette syénite basée sur des mesures radioactives a donné un âge de 350 millions d'années environ. Cette intrusion date donc vraisemblement du cycle calédonien.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Il reste à expliquer l'abondance d'acide phosphorique dans ces roches alcalines. J'avais songé à une digestion par le magma intrusif de sédiments phosphatés ; les géologues russes penchent pour une origine purement magmatique des éléments phosphorés.

C'est à la mine d'apatite de Kirovsk que l'excursion prit fin.

Que ceux qui nous ont guidés et en particulier MM. Polkanov, Kupletsky, Sudikov et Eliseev trouvent ici l'expression de ma reconnaissance et de mes remerciements. L'organisation parfaite de l'excursion nous a permis d'apprécier les grands progrès réalisés ces dernières années dans la connaissance géologique de ces régions et de mieux saisir les difficultés multiples que rencontre le géologue dans un pays situé sur le cercle polaire.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Observations sur la faune de gisements dévoniens du Tafilalet (Maroc)

par **Dorothée Le Maître** [1].

En septembre et octobre 1938, au cours d'une mission qui me fut confiée par le Service des Mines du Maroc, j'ai pu, guidée par M. Clariond, explorer quelques gisements dévoniens au Tafilalet [2]. Les récoltes que j'ai faites dans ces divers gisements m'ont permis d'établir les premiers éléments d'un parallélisme avec les niveaux dévoniens à Brachiopodes et Polypiers du Nord-Ouest de l'Europe (Bohême, Ardennes, Ouest de la France, Espagne). L'étude détaillée de ces faunes paraîtra dans un Mémoire du Service des Mines du Maroc. Je me limiterai à donner seulement ici des listes de fossiles et à faire à leur sujet quelques observations générales.

Les principaux gisements étudiés sont : 1° Hamar Laghdad ; 2° Hassi Remlia ; 3° Ouihalame ; 4° A ces trois gisements, j'ajouterai celui de Merakib (Maider) dont un certain nombre de fossiles m'ont été communiqués par M. Choubert.

I. *Hamar Laghdad.* — Le gisement étudié se trouve à 20 km. à l'E d'Erfoud. Il fait partie d'une série de massifs calcaires reposant sur des formations siluriennes. Dans ces calcaires, les fossiles nombreux forment des accumulations importantes ; toutefois, il est parfois difficile de les en extraire quand les surfaces ne sont pas altérées et, dans ce pays, celles-ci sont rarement rajeunies.

J'ai pu identifier les espèces suivantes :

Phacops cephalotes Cord., cf. *Phacops intermedius* Barr., *Bronteus viator* Barr. (un spécimen complet, le thorax jusqu'ici était inconnu), *Bronteus Scharyi* Barr., *Dalmanites rugosa* Cord., *Cheirurus gibbus* Beyr., cf. *Proetus complanatus* Barr., *Atrypa obovata* Barr., *Atrypa Thetis* Barr., *Spirifer superstes* Barr., *Atrypa Philomela*? Barr., et des Polypiers du groupe de *Favosites* : *F. Forbesi*

1. Note présentée à la séance du 27 mars 1939.

2. Cette région n'a pu être explorée et une faune abondante recueillie que grâce à l'accueil fait à notre mission et à toute l'aide accordée par le Commandement militaire de ces territoires à Erfoud, à Taouz et à Alnif. J'exprime ici ma vive reconnaissance aux Officiers qui nous ont reçus.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

M. E. et H., *F. Barrandei* Pocta ainsi que des *Cyathophyllides* dont *Barrandeophyllum bohemicum* Prantl.

Ces premières données montrent qu'il s'agit d'une faune essentiellement hercynienne dont les éléments sont cantonnés, pour la plupart, dans les niveaux F_2 et $G\alpha$ de Bohême. Ceux-ci correspondent à des formations du sommet de l'Emsien et du passage entre Emsien et Eifélien dans les pays ardennais et rhénans.

D'autres calcaires à Brachiopodes de faciès hercynien, et situés à un niveau sensiblement le même, ont été également signalés à l'Ouest du Maroc (oued Cherrat et oued Dalia) par Lecointre [1], et à l'Est, près Oujda, par G. Lucas [2]; le calcaire hercynien de Sidi Ahroun (Maroc central), serait, d'après H. Termier, à un niveau inférieur [3].

Entre ces masses calcaires et au-dessus d'elles, se trouvent des schistes qui m'ont fourni :

Phacops fecundus var. *major* Barr., *Proetus complanatus* Barr., *Spirifer indifferens* Barr., *Nucula fornicata* Beush., des Polypiers composés : *Favosites*, dont *F. Forbesi* M. E. et H. *Striatopora* et des rugueux parmi lesquels : *Barrandeophyllum perplexum* Pocta, *Syringaxon bohemica* Barr., *Orthophyllum bifidum* Barr.

Ces fossiles ont été récoltés dans une petite combe taillée dans la partie la plus inférieure des schistes. Ils semblent indiquer que le niveau de ces schistes inférieurs diffère peu de celui des calcaires massifs : peut-être serait-il un peu supérieur.

II. *Hassi Remlia* (Feuille de Taouz). — Dans la ride dévonienne de Hassi Remlia, en un point situé à 50 km. au SW de Taouz (Coord. : 592 × 416) j'ai pu faire une abondante récolte de Trilobites, Brachiopodes, Gastéropodes, Polypiers et Bryozoaires.

Voici, d'une façon très succinte, la succession des formations en ce point, telle que me l'a exposée M. Clariond :

1) Sur des schistes siluriens reposent des grès noirs avec passées de calcaires noirs renfermant *Spirifer* du groupe *elevatus*. 2) Au-dessus se trouvent des calcaires noirs compacts surmontés. 3) de bancs calcaires jaunes, grumeleux à nodules et polypiers. 4) puis vient une formation assez importante de marnes schisteuses sur lesquelles reposent. 5) des marnes calcareuses.

1. Lecointre. Recherches géologiques dans la Meseta marocaine. *Mém. Soc. Sc. Nat. du Maroc*, n° XIV, 25 mars 1926, p. 27.
2. Lucas. *C R. Ac. Sc.*, t. 204, 1937, p. 1123.
3. Termier H. Études géologiques sur le Maroc central, t. I, 1936, p. 326.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

6) Des dolomies couronnent ces dernières et forment la partie supérieure de la coupe en ce point.

Je n'ai pu étudier en détail les différentes parties de cette coupe ; c'est dans les couches marno-calcaires (terme 5) que j'ai recueilli ;

Phacops fecundus var. *major* Barr., *Phacops fecundus* var. *degener* Barr., *Phacops latifrons* Bronn., *Crypheus Michelini* Rouault., cf. *Lichas Haueri* Barr., *Fascicostella Gervillei* Defr. var., *Rhipidonella Hamoni* Rouault, *Orthis Trigeri* Vern., *Leptaena rhomboidalis* Wahlen., *Schellwienella umbraculum* Schlot., *Eodevonaria dilatata* Roemer, cf. *Pentamerus Sieberi* Buch., cf. *Pentamerus costatus* Giebel., *Pentamerus* sp., *Pentamerus galeatus* Dalm., *Uncinulus pilus* Schnur. (abondant), *Uncinulus Marianus* de Vern. et Barr., *Rhynchonella nympha* Barr., *Rhynchonella princeps* (abondant) Barr., *Trigeria Guerangeri* Vern. var., *Meganteris Archiaci* Vern., *Atrypa zonata* Schnur., *Spirifer pellicoi* Vern. et Arch. var., *Spirifer arduennensis* (abondant) Schnur, *Spirifer subspeciosus* Vern., *Spirifer* cf. *daleidensis* Stein., *Spirifer ignoratus* Maurer., *Spirifer falco* Barr., *Athyris concentrica* Buch., *Athyris subconcentrica* Vern. et Arch.

Cette faune doit être rapportée à l'Emsien supérieur. Il y a lieu de faire à son sujet les remarques suivantes :

1) *Uncinulus orbignyanus,* espèce caractéristique de l'Eifélien inférieur (zone à *Sp. cultrijugatus* des régions ardennaise et rhénane) paraît manquer dans cette formation.

2) *Uncinulus pilus* y est commun.

3) Les Pentamères à nombreuses et fortes côtes y sont en abondance. On sait que dans les Alpes Carniques, en Styrie, dans l'Oural, l'épanouissement de ces Pentamères se fait toujours entre le Dévonien inférieur et le Dévonien moyen [1]. Il en est ainsi dans le bassin d'Ancenis où *Pentamerus Davyi* est abondant dans le calcaire de Chaudefonds et de Chalonnes [2].

4) Parmi les fossiles sept espèces sont communes dans les récifs hercyniens de Bohême : *Ph. fecundus major*, *Ph. fecundus degener*, *Lichas Haueri*, *Pentamerus Sieberi*, *Rhynchonella nympha*, *R. princeps* et *Sp. falco*. Elles sont abondantes dans le gisement de Hassi Remlia tout comme les espèces ardennaises suivantes : *Sp. pellicoi*, *Sp. arduennensis*, *Uncinulus pilus*, *Eodevonaria dilatata*. Toutefois cette dernière paraît peu abondante, je n'en ai recueilli que deux exemplaires.

1. Heritsch. Oberstes Unterdevon unteres Mitteldevon bei Graz Wiss.-Wien I, Bd 144, 1935, p. 187-197.

2. D. Le Maitre. Étude des calcaires dévoniens du Bassin d'Ancenis. *Mém. S. G. N.*, t. XII, 1934, p. 57 et 209.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Il y a donc ici un mélange de faunes appartenant à deux faciès différents : faciès hercynien et faciès ardennais. Ce fait n'est pas unique, il se trouve aussi dans le Maroc Central. H. Termier [1] l'a bien mis en évidence notamment pour la faune des calcaires et grauwacke de Mejma Salihine qui est aussi de l'Emsien supérieur.

III. ***Merakib.*** — Au Maider, dans la crête dévonienne de Merakib, M. Choubert a trouvé des fossiles qu'il a bien voulu me remettre. Ces fossiles ont été recueillis non loin du lieu dit Irf n'Irer, en un point dont les coordonnées sont 566 × 413 (Feuille Maider E. au 1/20.000e).

Ce sont des calcaires massifs noirs à Polypiers et Orthocères avec intercalations marneuses très riches en Trilobites, Brachiopodes, Gastéropodes, Encrines, Polypiers et Bryozoaires. Ces calcaires sont, d'après M. Choubert, encadrés de schistes; sous les calcaires, ces schistes seraient d'âge silurien et dévonien inférieur; au-dessus des calcaires, ils appartiendraient au Dévonien supérieur, sans plus de précision.

Voici les déterminations que j'ai pu faire :

Phacops fecundus var. *major* Barr., *Fascicostella Gervillei* Defr., var., *Rhipidomella Hamoni* Rouault., *Schizophoria vulvaria* Schloth., *Leptaena rhomboidalis* Wahlen., *Schellwienella umbraculum* Schloth., cf. *Pentamerus galeatus* Dalm., *Uncinulus pilus* Schnur., *Uncinulus Kayseri* Barrois, *Rhynchonella nympha* Barr., *Atrypa zonata* Schnur., *Spirifer* cf. *aculeatus* Schnur., *Sp. arduennensis* Schnur., *Sp. falco* Barr., *Spirifer* cf. *subcuspidatus* Schnur., *Sp.* aff. *elegans* Stein. ; des Polypiers composés (*Favosites*, *Heliolites*, *Alveolites*) et simples (genres *Cyathophyllum*, *Cystiphyllum*, *Rhopalophyllum*, *Paterophyllum*, *Streptelasma*, etc.). L'étude détaillée de cette faune paraîtra ailleurs.

Dans cette liste plusieurs espèces telles : *Uncinulus Kayseri*, *Spirifer aculeatus* pourraient faire penser qu'il s'agit ici de l'Eifélien inférieur. *Uncinulus Kayseri* connu dans les Asturies, accompagnerait, d'après M. Barrois, *Uncinulus orbignyanus* caractéristique de la zone à *Sp. cultrigujatus* (Eifélien inférieur) des régions rhénane et ardennaise. Mais *U. Kayseri* n'est pas très abondant à Merakib, si je puis en juger par le matériel que j'ai sous les yeux ; d'autre part, étant donné l'absence de *U. orbignyanus* et d'autres espèces caractéristiques de l'Eifélien infé-

1. H. Termier. Études géologiques sur le Maroc Central, t. I, 1936, p. 312 et 325.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

rieur, je range, provisoirement, le calcaire de Merakib dans l'Emsien supérieur. L'examen d'autres récoltes amènera peut-être à le rapporter plus tard à l'Eifélien inférieur.

IV. *Ouihalame* (Feuille Todra). — Ce gisement est situé à 20 km. à l'E d'Alnif (coord. : 546 × 68), en bordure de la piste qui conduit d'Erfoud à Alnif. En ce point, d'après M. Clariond, les formations se succèdent comme suit :

Au-dessus de calcaires marneux à *Atrypa zonata* et Pentamères, repose un calcaire formé par un amoncellement de Polypiers composés et rugueux atteignant de grandes dimensions.

Ces Polypiers, partiellement agglomérés, formant des blocs de tailles diverses, avaient fait penser qu'il s'agissait là d'un conglomérat qui aurait marqué l'arrivée de la mer givétienne. En réalité, cette formation a un caractère nettement récifal et est éifélienne car les Polypiers sont accompagnés d'un très grand nombre de Calcéoles.

Au-dessus de cet amas de Polypiers se trouve un calcaire d'aspect massif dans lequel on retrouve des alignements de Calcéoles et encore des Polypiers, moins abondants toutefois que dans la formation inférieure.

Enfin, sur ce calcaire massif se trouvent d'autres bancs à Brachiopodes. Ceux-ci sont difficiles à dégager, mais j'ai pu cependant reconnaître : *Retzia Salteri* var. *Bouchardi* Dav. *Schellwienella umbraculum* Schloth. var. *torta* Oehl., *Leptaena rhomboidalis* Wilck., *Atrypa prisca* Schloth., *Chonetes minuta* Goldf., *Stropheodonta interstrialis* Phill., *Ambocoelia umbonata* Conr.

D'après M. Clariond, ces calcaires appartiendraient à l'Eifélien le plus supérieur et non au Givétien comme il l'avait d'abord pensé.

En résumé, il existe à Ouihalame un récif eifélien à Polypiers. Sa place exacte dans la série eifélienne ne pourra être précisée que plus tard à la suite d'une étude détaillée de la faune corallienne autant que des Brachiopodes. Dans ce récif, les Calcéoles sont très abondantes ; c'est la première fois que leur présence est signalée dans les formations dévoniennes du Tafilalet.

Conclusions. — Les formations dévoniennes du Tafilalet remarquables à la fois par leur extension et par les importantes faunes à Goniatites dont M. Clariond a fait connaître l'existence et a établi la succession, le sont aussi par leur riche faune à Brachiopodes, Trilobites et Polypiers.

1. Les gisements de l'Emsien supérieur de Hamar Laghdad accusent des affinités étroites avec les faunes de Bohême. Le

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

faciès est, par endroit, identique à celui des calcaires exploités dans les carrières même de Konieprusý.

Au Sud du Tafilalet, le gisement de Hassi Remlia, également d'âge Emsien supérieur, présente un mélange de types hercyniens et ardennais.

2. A l'E d'Erfoud, les calcaires de Ouihalame dans l'Eifélien, sont un exemple remarquable d'amas corallien. Les calcaires coralligènes se trouvent d'ailleurs au Maroc à toute une série de niveaux dans le Dévonien, depuis l'Emsien supérieur jusqu'au Givétien et Frasnien. Ceci existe également dans le NW de l'Espagne, dans les Pyrénées, dans le bassin d'Ancenis et en Vendée, et à l'E de l'Europe, dans l'Oural.

Ces ressemblances et rapports avec les faunes hercyniennes s'expliquent d'ailleurs si l'on considère que toutes les formations que nous avons examinées ici, et celles que nous venons de citer, sont des dépôts effectués pendant les temps dévoniens dans la partie occidentale de la grande Méditerranée, dont l'ouest et le centre du Maroc, ainsi que le Tafilalet, jalonnaient le bord sud.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Megalodon, *Pachyerisma*, *Protodiceras*, *Diceras*, *Pterocardium* et l'origine des *Diceras*.

par **Colette Dechaseaux**[1].

Planche XV.

Depuis les travaux de H. Douvillé, on admet que les *Diceras* dérivent des *Pterocardium*, formes libres ayant vécu dans les récifs coralliens. L'hypothèse s'appuie sur une similitude du type d'ornementation, sur la présence dans l'une et l'autre forme d'un muscle postérieur inséré sur une lame myophore et sur la possibilité d'expliquer l'organisation de la charnière de *Diceras* par la disparition de certains éléments de celle de *Pterocardium*, disparition corrélative du mode de vie fixé et de l'enroulement des valves.

C'est en vue de rechercher l'origine des *Diceras* que j'ai repris l'étude d'un certain nombre de formes : *Megalodon cucullatus*, *Protodiceras pumilus*, *Pachyerisma chamaeforme*, *Pachyerisma Royeri*, *Pterocardium Buvignieri*, présentant quelques caractères communs : insertion musculaire postérieure du même type, plateau cardinal puissant. La description des différentes charnières présentées par ces espèces, la comparaison des formules ainsi établies permettent de tenter un essai d'établissement de rameaux phylétiques.

Description des différentes charnières.

Megalodon cucullatus Sowerby.

Pl. XV, fig. 1, 1 a, 2, 2 a, 3, 3 a (Dévonien-Paffrath).

La charnière de la valve droite de l'adulte comprend une rainure ligamentaire qui suit le bord du plateau cardinal (elle est plus courte que lui), une fossette antérieure, une dent 1 [2], une grande fossette. La fossette antérieure a la forme d'un croissant dont le sommet serait en contact avec la surface d'insertion du muscle antérieur; les deux

1. Note présentée à la séance du 27 mars 1939.

2. Les éléments sont numérotés du bord antérieur vers le bord postérieur ; les chiffres impairs se rapportent à la valve droite, les chiffres pairs à la valve gauche, c'est la notation très simplifiée, employée par F. Bernard : les dents cardinales ne sont pas distinguées des latérales car, dans presque tous les cas, il est pratiquement impossible de préciser l'origine des éléments de la charnière.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

branches du croissant sont différentes, celle qui est la plus rapprochée du sommet de la coquille est profonde, conique, l'autre a son plancher mamelonné. Chez le jeune (pl. XV, fig. 2 a, 3 a) cette fossette a des caractères beaucoup plus nets que chez l'adulte, sa forme est typiquement celle d'un croissant, la portion la plus rapprochée du bord palléal est plus développée et plus profonde que l'autre.

La dent 1 est très saillante, légèrement arquée, sa surface n'est pas unie mais sillonnée de crêtes plus ou moins élevées, orientées parallèlement à l'allongement de la dent. La fossette qui fait suite à la dent 1 est très large et très profonde. Les divers éléments de la charnière de la valve droite sont désignés par la formule (les tirets représentent les fossettes) : — 1 —.

Sur la valve gauche, la dent 2, la plus antérieure, comprend une partie conique dressée verticalement sur le plan du plateau cardinal et, vers l'intérieur, une région à peine saillante faite de crêtes et arêtes irrégulières. Il n'est pas évident que ces deux formations appartiennent à la même dent, mais l'observation de cet élément chez le jeune (pl. XV, fig. 2, 3) permet de ne pas mettre en doute une telle assertion. La fossette qui fait suite est profonde ; elle reproduit en creux toutes les aspérités de la dent 1 de la valve droite. La dent 4 est longue, arquée ; sa surface supérieure a un sillon qui la partage en deux zones inégales ; la postérieure est plus étroite et plus élevée que l'antérieure. Chez le jeune, le sillon existe, mais la surface de la dent reste plane. Le dispositif réalisé sur la valve gauche est traduit par la formule 2 — 4.

L'ensemble de la charnière de *Megalodon cucullatus* Sowerby se résume par la formule : $\frac{— 1 —}{2 — 4}$.

Boehm [1], qui a étudié *M. cucullatus*, trouve chez certains individus deux éléments plus postérieurs : dent et fossette, sur chaque valve. La formule serait alors $\frac{— 1 — 3 —}{2 — 4 — 6}$, elle correspondrait aux échantillons « normaux » tandis que la présence d'une seule dent à la valve droite et d'une fossette à la valve gauche correspondrait à une charnière « anormale ».

Protodiceras pumilus Gümbel (Boehm).

Pl. XV, fig. 4, 4 a.

L'étude de cette charnière a été faite d'après un seul individu provenant du Lias du Moulin de Jupilles (Sarthe), individu d'ailleurs sommairement décrit et figuré antérieurement par Boehm [2]. La coquille

1. G. Boehm. *Megalodon, Pachyerisma* und *Diceras*. *Berichten der Naturforschenden Gesellschaft*, VI, 2, 1891, p. 34, 40.

2. *Id.* Ueber die Fauna der Schichten mit *Durga* im Departement der Sarthe. *Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft*, Band XL, 1888, p. 660, pl. 27, fig. 5, 7.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

a une lunule extrêmement marquée qui s'étend sous le crochet et tronque ainsi le plateau cardinal. La surface de ce dernier n'est pas intacte : au cours de la préparation de la charnière, la couche superficielle du test a été enlevée par place de telle sorte que l'ensemble est plus ou moins écailleux.

Sur la valve droite, fig. 4 a, on ne voit pas de rainure ligamentaire, la charnière comprend, du côté antérieur, une fossette en croissant qui enserre une dent 1 conique, saillante. Cette fossette n'est pas orientée comme dans *M. cucullatus* : son sommet est sous le crochet de la valve si bien que la branche antérieure se trouve en avant de la première dent ; la branche postérieure sépare la dent 1 d'une dent 3 arquée, et à section triangulaire. En arrière de 3, il y a une fossette et une dent 5. La formule de la charnière de la valve droite de *P. pumilus* est : 1 — 3 — 5.

Sur la valve gauche, on trouve une dent 2 en forme de fer à cheval, creusée du côté interne d'une fossette qui loge la dent 1, une fossette, une dent lamellaire 4, une fossette. La formule complète est ainsi : $\frac{1 — 3 — 5}{— 2 — 4 —}$.

La charnière décrite n'est pas identique à celle d'autres exemplaires. D'après l'échantillon sur lequel Boehm définit les caractères du genre *Protodiceras* [1] il y a sur chaque valve deux éléments de moins : la valve droite comporte une fossette en fer à cheval entourant une dent 1 et, en arrière, une dent 3 « hinter diesem Zahne ist keine Zahnegrube vorhanden ». De la même manière, à la valve gauche, il y a une forte dent en fer à cheval « hinter dieser Grube ist kein Zahn vorhanden ». La formule se réduit donc à : $\frac{1 — 3}{— 2 —}$.

L'individu figuré par Hoernes [2] a une formule un peu plus compliquée puisque sur la valve droite, derrière la dent 3, il y a une fossette et sur la valve gauche une dent arquée en arrière de la dent en fer à cheval. On a l'ensemble : $\frac{1 — 3 —}{— 2 — 4}$.

Boehm fait remarquer [3] que certaines formations interprétées comme des dents ou fossettes résultent d'un effritement de la coquille, effritement qui joue un grand rôle dans les exemplaires des « grauen Kalken » de Vénétie aussi bien que dans ceux de la Sarthe. Sans mettre en doute une telle assertion, il me semble impossible de lui attribuer la formation des éléments 5 et 4 respectivement situés sur les valves droite et gauche de l'échantillon de la Sarthe.

1. G. Boehm. *Loc. cit.*, p. 52.

2. R. Hoernes. Materialen zu einer Monographie der Gattung *Megalodus* mit besonderer Berucksichtigung der mesozoischen Formen. *Denkschriften d. mathem. naturw. Classe d. Kaiserl. Akademie d. Wissenschaften*, Bd. XLII, p. 91, 1880, pl. I, fig. 11, 12.

3. G. Boehm. *Loc. cit.*, p. 51, note infra-paginale.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Les différents exemplaires de *Protodiceras pumilus* qui ont été étudiés conduisent ainsi aux formules : $\frac{1 - 3 - 5}{-2-4-}$ (1) $\frac{1 - 3 -}{-2-4}$ (2) $\frac{1 - 3}{-2-}$ (3)

Diceras.

La charnière est constante chez tous les représentants du genre. La valve droite (pl. XV, fig. 6) possède une fossette en fer à cheval orientée comme celle de *Protodiceras pumilus* ; elle entoure une dent 1 assez faible, en arrière de la fossette, il y a une dent 3 allongée, arquée, forte et saillante. La valve gauche (pl. XV, fig. 5) comporte une seule dent 2 conique, creusée du côté interne par une fossette de petite taille ; en arrière la fossette est profonde et allongée. La formule est : $\frac{1 - 3}{-2-}$.

Pachyerisma Royeri Bayan.

Pl. XV, fig. 7.

La charnière comprend, à la valve droite, une dent 1 surplombant le bord de l'insertion du muscle antérieur, une fossette, une dent 3 petite et conique, une profonde fossette, une puissante dent 5, une fossette et une dent 7 située exactement au-dessus du muscle postérieur, une fossette. Les divers éléments sont du bord antérieur vers le bord postérieur : 1 — 3 — 5 — 7 —.

Sur la valve gauche, une dent 0, tout à fait homologue comme situation de la dent 1 de la valve droite, une fossette, une dent 2 puissante, une fossette, une plus faible dent 4, une fossette correspondant à la dent 7 de la valve droite, une dent 6 située au-dessus de l'insertion du muscle postérieur, sont facilement identifiables. La formule complète est donc : $\frac{1 - 3 - 5 - 7 -}{0 - 2 - 4 - 6}$.

Si l'on considère les dents 1 et 7 d'une part, 0 et 6 d'autre part, qui sont situées très près des muscles comme des dents « latérales » on a, à chaque valve, deux cardinales et deux « latérales : c'est la formule typique des Cardiidés.

Pterocardium Buvignieri Deshayes.

Pl. XV, fig. 8.

Une formule rigoureusement identique se retrouve chez *Pterocardium*. Sur la valve droite, la dent est faible, 5 par contre est extrêmement forte. Sur la valve gauche, la dent 2 est la plus puissante. On peut remarquer que parmi tous ces éléments, les fossettes situées entre 1 et 3 d'une part, 3 et 5 d'autre part, peuvent être assimilées à une fossette en fer à cheval orientée de telle façon que son sommet soit

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

vers l'intérieur de la valve, et dont les deux branches seraient séparées.

Cette supposition n'est pas une simple vue de l'esprit, elle est réalisée chez une forme que je n'ai pu étudier directement mais que Boehm[1] décrit et figure, c'est *Pachymegalodon* (*Pachyerisma*) *chamaeforme* SCHLOTHEIM. La formule est celle du genre *Pachyerisma*, les deux charnières diffèrent toutefois par la taille et la forme des divers éléments. La dent 1 est faible, les deux fossettes situées de part et d'autre de 3 sont profondes, ovales, la dent 3 étant étroite et allongée. La dent 5 est la plus développée. Près du muscle postérieur, il y a une dent 7. Sur la valve gauche, une dent 0 (latérale d'après sa position), une fossette, une dent 2 courbée et, latéralement, une fossette et une dent. La formule est : $\frac{1 - 3 - 5\ ?\ 7 -}{0 - 2 - ? - 6}$ on ne voit pas, sur les dessins de Boehm, s'il y a une fossette en arrière de la dent 5 pas plus qu'une dent 4 sur la valve gauche : la figure de cette valve est d'ailleurs assez difficile à interpréter.

Boehm a démontré[2] que *Pachyerisma chamaeforme*, pris longtemps comme type du genre *Pachymegalodon*, devait être réuni à *Pachyerisma*.

Si on résume toutes les observations précédentes, les diverses formules établies sont les suivantes :

Megalodon cucullatus $\frac{-1-3-}{2-4-6}$. Les éléments postérieurs pouvant manquer chez certains individus dits « anormaux ».

Protodiceras pumilus $\frac{1-3-5}{-2-4-}$. Les éléments postérieurs peuvent manquer, c'est l'élément le plus postérieur chez l'individu du Lias de Val Marchiora décrit par Hoernes, ce sont les deux éléments postérieurs chez celui décrit par Boehm.

Diceras arietinum $\frac{1-3}{-2-}$. Certains auteurs tels que F. Bernard voient sur la valve gauche une deuxième dent 4 située près du muscle postérieur.

Pachyerisma chamaeforme $\frac{1-3-5\ ?\ 7-}{0-2-?-6}$.

Pachyerisma Royeri et *Pterocardium* $\frac{1-3-5-7-}{0-2-4-6}$. C'est la formule classique des Cardiidés.

1. G. BOEHM. *Loc. cit.*, p. 47, fig. 5 ; p. 49, fig. 6 .
2. BOEHM. Die Gattungen *Pachymegalodon* und *Durga*. *Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft*, Band XXXVIII, 1886, p. 727, 734.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Comparaison des charnières.

La comparaison de ces formules appelle plusieurs remarques. Toutes les charnières étudiées possèdent d'une part, du côté antérieur les mêmes éléments si l'on fait abstraction des formations situées au voisinage immédiat des muscles, d'autre part, en arrière de ces éléments constants, d'autres qui sont en nombre variable suivant les genres et même les individus.

1° Éléments constants.

Ce sont, à la valve droite une fossette en fer à cheval entourant une dent 1, à la valve gauche une dent 2 reproduisant cette forme en croissant, comprise entre deux fossettes. La diversité d'aspect des charnières résulte presque uniquement de l'orientation de cette fossette. Chez *Megalodon cucullatus*, son diamètre est vertical, elle est donc nettement antérieure et par suite en avant de la première dent : cette disposition est caractéristique du genre *Megalodon*. Chez *Protodiceras*, la fossette, placée de telle façon que son diamètre soit subhorizontal, a son sommet sous le crochet de la coquille, une branche est donc en avant de la première dent, tandis que l'autre sépare cette dent de la suivante : cette disposition est caractéristique du genre *Diceras*. La conséquence immédiate est que là où il y avait une seule dent chez *M. cucullatus*, il y en a deux : 1 et 3. Si on veut homologuer les divers éléments, les dents 1 et 3 de *Protodiceras* correspondraient à la dent 1 de *Megalodon*. *Diceras* a une disposition analogue à celle de *Protodiceras*.

Chez *Pachyerisma chamaeforme*, le diamètre de la fossette est encore subhorizontal mais le sommet est tourné vers l'intérieur de la coquille. Au point de vue de la disposition des dents, cela amène la dent 3 à être très rapprochée du bord externe du plateau cardinal alors que chez *Protodiceras* et *Diceras* elle est sur le bord interne (la dent homologue est chez ces deux genres la dent 1, car il n'en existe pas au voisinage du muscle antérieur).

La charnière des autres espèces de *Pachyerisma* et celle de *Pterocardium* n'ont pas cette fossette en fer à cheval : tout se passe comme si les deux branches s'étaient séparées. La disposition de tous les autres éléments reste identique chez *Pachyerisma chamaeforme* et chez les formes postérieures.

2° Éléments variables.

Ils sont surtout présents chez *Megalodon* et *Protodiceras*. On a vu que certains individus appartenant à l'espèce *M. cucullatus* possèdent sur la valve droite une dent 3 et sur la valve

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

gauche une dent 6. Ces dents, et les fossettes correspondantes, sont des éléments variables. Si on admet que les formes « normales » ou typiques les possèdent, on peut dire qu'il y a tendance, dans cette espèce, à une réduction des éléments postérieurs.

L'examen de *Protodiceras pumilus* met en évidence un fait du même genre. Il semble bien que la formule générale de la charnière varie d'après le nombre des éléments postérieurs. La valve gauche renferme au maximum deux dents, donc une de moins que celle de *Megalodon* : c'est la dent la plus postérieure qui manque. D'autre part, à la valve droite, il y a trois dents 1 et 3 (peut-être homologues de 1 de *Megalodon*) et 5. Selon l'échantillon, l'élément le plus postérieur 5, ou les deux éléments les plus postérieurs — 5 manquent. *Protodiceras pumilus* a une charnière résultant de celle de *Megalodon* par la disparition, sur chaque valve, d'un élément postérieur. Les différents individus montrent la même tendance : elle atteint son maximum chez l'échantillon décrit par Boehm ; sa formule est $\frac{1 \quad 3}{\quad 2 \quad}$ ce qui est aussi la formule classique des *Diceras*.

Megalodon et *Protodiceras* ont tous deux tendance à réduire le nombre des éléments postérieurs de leur charnière, celle du genre *Diceras* correspond au stade de réduction maximum présenté par *Protodiceras pumilus*.

Pachyerisma chamaeforme, Pachyerisma Royeri, Pterocardium ont en plus des éléments constants décrits précédemment et qui les apparentent aux *Megalodon*, des dents situées près des insertions musculaires. Elles contribuent à faire de ces Bivalves des Cardiidés.

La comparaison des charnières étudiées conduit aux résultats suivants :

1° certains éléments de la charnière, communs aux genres *Megalodon*, *Protodiceras*, *Diceras*, *Pachyerisma* et *Pterocardium* impliquent l'existence entre eux de liens de parenté assez étroits. Cette idée est encore renforcée par la disposition analogue des surfaces d'insertion du muscle postérieur qui sont situées sur une lame myophore.

2° *Megalodon* et *Protodiceras* montrent une tendance à la réduction du nombre des éléments de la charnière, réduction affectant uniquement les formations postérieures. Par suite de cette tendance, on passe facilement d'une charnière de *Megalodon* à celle de *Protodiceras* puis de *Diceras*.

Si au contraire, partant de *Megalodon*, on invoque l'adjonction

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

d'éléments « latéraux » c'est-à-dire situés près des insertions musculaires, on passe à la charnière de *Pachyerisma chamaeforme* et, d'une façon générale, à celles de *Pachyerisma* et de *Pterocardium*.

Essai d'établissement de relations phylétiques.

Dans quelle mesure ces résultats peuvent-ils permettre d'établir des relations phylétiques entre ces genres?

Le tableau p. 215 résume la répartition stratigraphique des genres étudiés. Les premiers *Megalodon* datent du Dévonien; au Carbonifère et au Permien, ils ne sont pas signalés; ils reparaissent au Trias, ils atteignent le maximum de leur développement au Trias supérieur et se continuent au Rhétien.

Protodiceras pumilus [1] est exclusivement liasique; pendant tout le Dogger et une partie du Malm (depuis le Bajocien jusqu'à l'Oxfordien inclusivement) aucune forme ne semble pouvoir se rattacher à *Protodiceras*. Au Rauracien, les *Diceras* font leur apparition.

Pachyerisma chamaeforme, contemporain de *Protodiceras*, c'est-à-dire liasique, est le premier représentant des *Pachyerisma*. Au Bajocien, le genre n'est pas signalé, mais à partir du Bathonien, il se suit régulièrement jusqu'au Tithonique.

Les *Pterocardium* débutent au Rauracien, mais on connaît de vrais Cardiidés à partir du Rhétien (genre *Protocardia*).

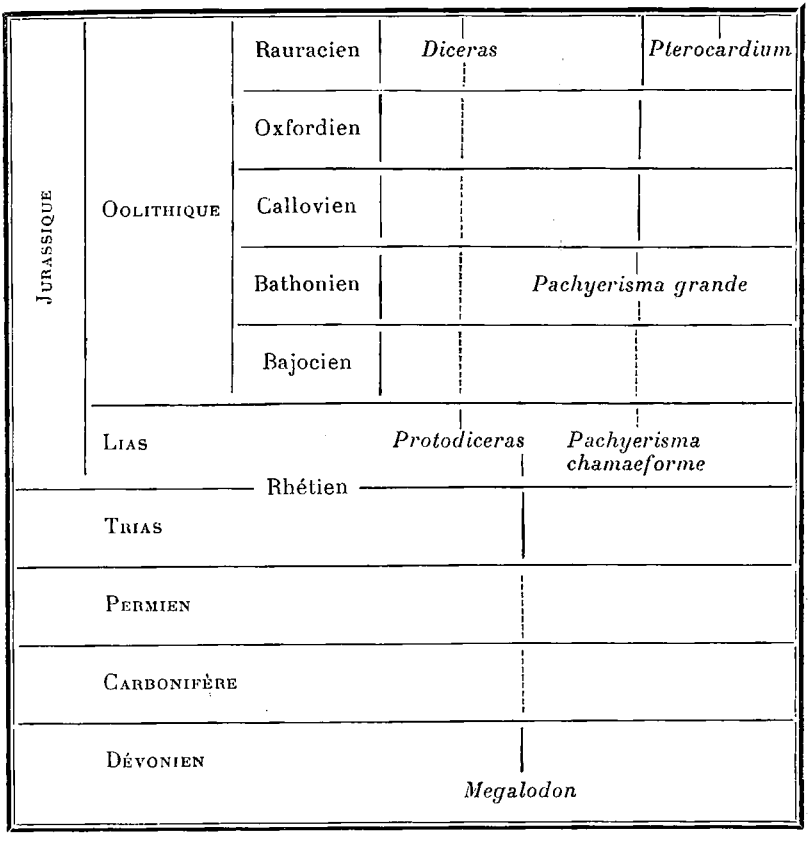
La répartition stratigraphique de ces différentes formes est essentiellement discontinue. Les nombreuses « lacunes » : Carbonifère-Permien pour le genre *Megalodon*, Bajocien pour le genre *Pachyerisma*, Bajocien-Oxfordien pour les formes qui relient *Protodiceras* et *Diceras* sont-elles un obstacle à l'établissement de relations phylogéniques précises?

Deux faits semblent devoir ne pas être mis en doute. Le genre *Megalodon* a donné *Protodiceras* par réduction des éléments postérieurs de la charnière et *Pachyerisma* par adjonction d'éléments situés près des insertions musculaires.

Tout permet de supposer que *Protodiceras* se continue par *Diceras*, seule la lacune signalée laisse subsister quelque doute sur cette succession. Une deuxième hypothèse ayant pour but de relier *Pachyerisma*, *Protodiceras* et *Diceras* pourrait d'ailleurs être émise; elle consisterait à supposer que *Protodiceras* et *Diceras*

1. A. Kutassy. *Pachyodonta mesozoica* (Rudistis exclusis). *Fossilium Catalogus, I Animalia*, Pars 68, 1934.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC



dérivent tous deux, à deux époques différentes, de *Pachyerisma* dont le développement est continu depuis le Bathonien. Plusieurs faits s'opposent à une telle manière de voir ; en particulier, on serait obligé d'imaginer que *Pachyerisma* donnerait *Protodiceras* et *Diceras* par des processus différents : il y aurait disparition des éléments : dent et fossette, situés dans le voisinage des muscles et adjonction d'élément postérieur chez quelques individus appartenant à *Protodiceras pumilus* ; au contraire, il y aurait disparition d'éléments latéraux et postérieurs chez *Diceras*. Généralement quand un rameau défini donne naissance, au cours de son développement, à plusieurs formes d'âge différent c'est, quelle que soit l'époque envisagée, par le jeu du même processus.

A cette hypothèse, il semble préférable de substituer celle qui consiste à voir une évolution par tendance à la réduction des formations postérieures de la charnière, tendance suivie de *Megalodon* à *Diceras*. L'orientation de la fossette antérieure de la

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

valve droite de *Protodiceras* et de *Diceras* est un nouvel argument en faveur d'un enchaînement *Protodiceras-Diceras*.

Le problème posé par les multiples lacunes que nos connaissances mettent en évidence trouve peut-être son explication dans le fait que tous ces genres vivaient dans des milieux dont les conditions étaient bien définies. On a coutume de dire que *Megalodon*, *Pachyerisma*, *Diceras* sont des formes « récifales ». Ce terme englobe, à vrai dire, une grande diversité de milieu. Les faciès à *Megalodon* sont, au Dévonien, des calcaires à Gastropodes et Brachiopodes, au Trias, des calcaires à *Diplopora* et Gyroporelles riches en Coralliaires, Gastropodes (faciès alpin du Trias). Les dépôts néritiques de l'Anthracolithique comprennent des calcaires zoogènes à Foraminifères, Brachiopodes, Zoanthaires, Bryozoaires et Crinoïdes. Ce ne sont sûrement pas des « formations » comparables à celles du Trias et il n'y a rien d'étonnant à ce que la faune ait une composition différente à ces deux époques. Ainsi, l'absence de *Megalodon* au Carbonifère-Permien serait peut-être due au fait que, nulle part, parmi les régions où ces dépôts ont été étudiés, les faciès à *Megalodon* ne sont réalisés. Le genre était vraisemblablement localisé, dans des zones inexplorées ou inaccessibles.

Il se peut aussi que certaines formes dont les charnières sont mal connues appartiennent aux Mégalodontidés.

Protodiceras a été récolté dans des calcaires gris à faune néritique, épais de 600 m. et contenant *Pachyerisma chamaeforme*, des Brachiopodes, des Foraminifères, de rares Échinides et une Ammonite. Ces calcaires gris ont des intercalations de couches à Brachiopodes ou à Céphalopodes à divers niveaux ; certains bancs renferment des empreintes végétales, ils ont dû se déposer à proximité d'un rivage. *Diceras* est localisé dans les « récifs coralliens ». *Pachyerisma* semble avoir eu une plus grande facilité d'adaptation à des milieux divers : on en connaît une espèce dans les calcaires gris, d'autres ont vécu dans des calcaires oolithiques en gros bancs riches en Zoanthaires, Échinodermes, Brachiopodes et contenant quelques Céphalopodes, on connaît quelques espèces dans les récifs à *Diceras*.

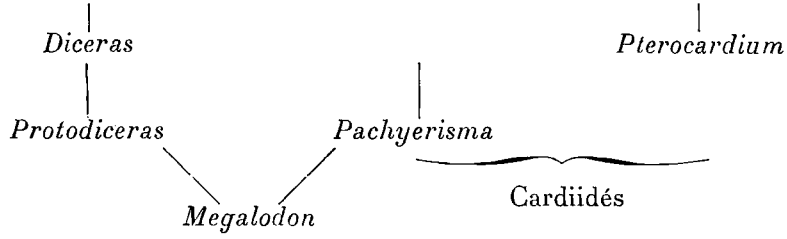
En somme, les lacunes constatées dans la répartition stratigraphique de ces genres peuvent très bien être la conséquence de discontinuité de faciès n'ayant pas permis la persistance de certaines formes dans les régions connues. Elles ne s'opposent donc pas d'une façon absolue à l'idée des deux enchaînements *Megalodon-Pachyerisma* et *Megalodon-Protodiceras-Diceras*.

Le genre *Pterocardium* n'a pas été mentionné dans cet essai,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

il apparaît, en effet, comme l'un des rameaux du genre polyphylétique *Cardium*, dont *Pachyerisma* serait, d'après Boehm, un précurseur. Certains *Pachyerisma* sont costulés comme les *Cardium*, certains *Cardium* sont lisses de telle sorte que la principale différence entre ces deux genres se trouve bien réduite : elle ne saurait s'opposer à un rapprochement *Pachyerisma*, *Cardium* ; ces dernières observations montrent qu'il ne faut pas attacher une grande importance à la question de l'ornementation quand il s'agit d'établir des filiations.

On peut concevoir les relations suivantes entre toutes ces formes à muscle postérieur porté sur une lame myophore et à charnière puissante :



Pachyerisma et *Pterocardium* appartiendraient à deux rameaux parallèles de la famille des Cardiidés. *Protodiceras* et *Diceras* seraient sur une lignée indépendante des rameaux précédents, le genre *Megalodon* étant à l'origine de ces trois phylums. Ce serait par réduction des éléments postérieurs de la charnière d'un *Megalodon* et par changement d'orientation de la fossette antérieure de la valve droite que l'on passerait de la charnière de *Megalodon* à celle de *Diceras* ; cette tendance à la réduction de la portion postérieure du plateau cardinal étant manifeste chez les genres *Megalodon* et *Protodiceras*.

L'observation de l'insertion musculaire postérieure renforce cette nouvelle hypothèse. Toutes les formes étudiées ont une lame myophore postérieure plus ou moins détachée de la valve ; celle de *Megalodon*, peu saillante, est limitée du côté interne par une arête tranchante qui s'étend assez peu sous le plateau cardinal ce qui laisse supposer que les jeunes en étaient dépourvus. On retrouve exactement ces caractères chez *Diceras* : le jeune (1 cm. environ) n'a pas de lame myophore différenciée ; à une taille supérieure elle est marquée par une arête saillante comme dans *Megalodon* et ce n'est que plus tard qu'elle prend l'aspect connu chez l'adulte.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Il semble donc que l'origine des *Diceras* soit à chercher dans le genre *Megalodon* et non pas dans l'adaptation à la vie fixée d'une forme libre telle que *Pterocardium*.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XV

Fig. 1, 1 *a*. — *Megalodon cucullatus* Sowerby, Dévonien, Paffrath. Collection Deshayes, École des Mines. 1, valve gauche, gr. nat. ; 1 *a*, valve droite, gr. nat., formule dentaire : $\frac{\text{— I —}}{\text{II — IV}}$.

Fig. 2, 2 *a*, 3, 3 *a*. — *Id.* Collection Puzos, École des Mines. 2, valve gauche, gr. nat. ; 3, *Id.*, grossie 4 fois ; 2 *a*, valve droite, gr. nat. ; 3 *a*, *Id.*, grossie 4 fois.

Fig. 4, 4 *a*. — *Protodiceras pumilus* Gümbel, Lias, Moulin de Jupilles (Sarthe). Collections de l'École des Mines. 4, valve gauche, gr. nat. ; 4 *a*, valve droite, gr. nat., formule dentaire : $\frac{\text{I — III — V}}{\text{— II — IV}}$.

Fig. 5. — *Diceras angulatum* Bayle, Rauracien, Saint-Mihiel. Collection Moreau, École des Mines. Valve gauche, gr. nat.. formule dentaire : — II —.

Fig. 6. — *Diceras eximium* Bayle, Rauracien, Doulaincourt. Collections de l'École des Mines. Valve droite, gr. nat., formule dentaire I — III.

Fig. 7. — *Pachyerisma Royeri* Bayan, Rauracien. Doulaincourt. Collection Tombeck, Sorbonne. Valve droite réduite de 1/3, formule dentaire : I — III — V — VII.

Fig. 8. — *Pterocardium Buvignieri* Deshayes, Rauracien, Saint-Mihiel. Collection Moreau. École des Mines. Valve droite, réduite de 1/2, formule dentaire : I — III — V — VII.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

La région d'Aydat (Puy-de-Dôme) et ses roches d'origine métamorphique [1]

par **G. Garde** [2].

Aperçu général

La région d'Aydat est intéressante par les roches de métamorphisme que l'on y rencontre et sur lesquelles Aug. Michel-Lévy (5), le premier, attira l'attention.

Celui-ci attribua les schistes pyroxéniques et amphiboliques (cornes vertes), qu'il y avait observés, au métamorphisme de bancs calcaires par le granite ambiant, et il considéra les granites amphiboliques, les diorites et les diabases comme des modifications endomorphes qu'avait subi le granite en se chargeant d'amphibole au contact de sédiments calcaires.

Ayant fait une étude détaillée de cette même région, j'ai observé comme roches de *métamorphisme exomorphe* des schistes micacés, des schistes amphiboliques, des amphibolites feldspathiques, des cornéennes à grenat, pyroxène et épidote et des cornéennes à cordiérite, — et comme *roches endomorphes* des diorites et microdiorites, des diorites quartziques et microdiorites quartziques, des granodiorites, des granites amphiboliques, et des monzonites et granites monzonitiques. Les deux dernières roches n'avaient pas encore été signalées dans la région.

Comme phénomènes de *métamorphisme dynamique*, j'ai constaté que certaines des roches métamorphiques mentionnées ci-dessus, ainsi que les granites qui leur servent de soubassement, avaient subi des actions mécaniques, plus ou moins intenses, pouvant aller jusqu'à leur transformation en de véritables schistes.

Enfin, je signalerai l'existence de deux roches filoniennes, des microgranodiorites et des spessartites, qui sont nouvelles pour la région.

Pour la partie pétrographique de cette étude, M. A. Lacroix a vérifié quelques-unes de mes déterminations et il en a complété quelques autres. Je tiens à l'en remercier.

1. Les clichés des figures dans le texte ont été offerts par l'auteur.
2. Note présentée à la séance du 24 avril 1939.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Roches métamorphiques exomorphes.

Dans la région d'Aydat, délimitée sur la carte ci-jointe, les roches d'origine exomorphe, — schistes micacés, schistes amphiboliques, amphibolites feldspathiques, cornéennes variées, — n'existent que dans quelques points et que sur des espaces assez peu étendus. Mais, par contre, les schistes micacés et amphiboliques sont très largement développés au SE de Phialeix, dans le versant septentrional de la vallée de la Monne.

Ces différentes roches se sont formées aux dépens de sédiments anciens sous l'action des produits volatiles ou en dissolution, qu'ont dégagé les magmas granitiques qui se sont injectés dans ceux-ci.

C'est de cette façon que les *schistes micacés*, qui sont principalement constitués par de petits débris de quartz, que moulent de petites lamelles de biotite, se sont formés aux dépens de sédiments schisteux et un peu argileux par la production de lamelles de mica dans la masse de ces derniers ; — que les *schistes amphiboliques* ont pris naissance, dans des schistes un peu argileux et un peu calcaires, par la formation de petites aiguilles d'amphibole hornblende ; — que les *amphibolites feldspathiques*, qui sont constituées par parties à peu près égales d'amphibole et de feldspaths, se seraient produites aux dépens de sédiments schisteux et calco-magnésiens ; que les *cornéennes*, dont les compositions minéralogiques sont très variables, proviendraient de sédiments siliceux, argileux, calcaires et magnésiens aux dépens desquels se sont formés les différents minéraux qui entrent dans la constitution de ces roches : grenat, pyroxène, épidote, amphibole, mica, etc.

Dans tous les endroits de la région où on les observe, les roches métamorphiques exomorphes affleurent à la surface du sol, et elles surmontent toujours les roches de métamorphisme endomorphe. Elles peuvent aussi se trouver en enclave dans ces dernières.

Si certaines d'entre elles ne sont pas en relation avec les sédiments dont elles proviennent, comme cela se constate dans de nombreuses autres régions, c'est que ces sédiments ont disparu, depuis longtemps, emportés par l'érosion.

Roches métamorphiques endomorphes.

La plus grande partie des roches de métamorphisme endo-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

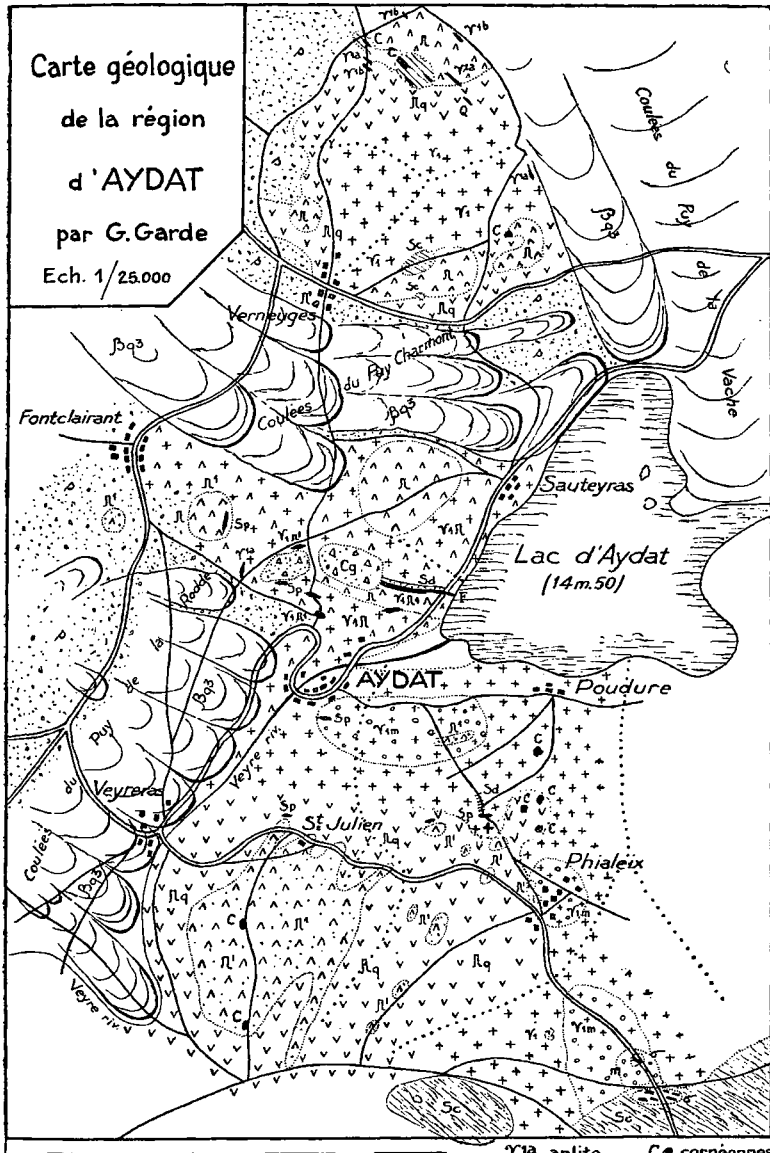


FIG. 1.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

morphe de la région d'Aydat appartiennent aux deux familles des *diorites* et des *monzonites*. Dans les premières, — diorites et microdiorites, diorites quartziques et microdiorites quartziques, — les feldspaths sont entièrement ou presque entièrement calco-sodiques, tandis que dans les secondes, — monzonites et granites monzonitiques, — les feldspaths calco-sodiques et les feldspaths potassiques sont associés, avec une légère prédominance des premiers dans les monzonites, et des seconds dans les granites monzonitiques.

A la suite des diorites, il faut ranger les *granodiorites* qui possèdent à la fois des feldspaths calco-sodiques et des feldspaths potassiques, mais avec une forte prédominance des plagioclases.

Enfin, comme autres roches de métamorphisme endomorphe, il faut citer les *granites amphiboliques*.

Les roches de métamorphisme endomorphe proviennent de magmas granitiques, riches en silice, qui ont digéré et assimilé les éléments des roches basiques dans lesquelles ils se sont injectés et dont ils ont pris la place.

Elles se sont formées les unes après les autres. Les plus récentes se sont produites aux dépens de celles qui les avaient immédiatement précédées, et elles se trouvent toujours au-dessous de ces dernières.

1. Les *diorites* et les *microdiorites*, qui ne diffèrent les unes des autres que par leur structure cristalline, sont les roches endomorphes les plus anciennes, c'est-à-dire les premières formées de la région d'Aydat.

Elles sont constituées par deux éléments essentiels, plagioclases (andésine à oligoclase) et amphibole hornblende, avec parfois un peu de biotite et quelques grains de magnétite. Certaines d'entre elles possèdent un peu de quartz, et elles sont appelées *diorites et microdiorites quartzifères*.

Ces roches proviennent d'une première venue de magmas granitiques qui se sont injectés dans des roches, — sédimentaires et métamorphiques endomorphes, — riches en calcaires et en calcaires magnésiens, dont ils ont digéré et assimilé les éléments avec production, entres autres minéraux, d'amphibole hornblende.

En quelques points seulement, les diorites et les microdiorites sont encore surmontées par de petits lambeaux de schistes micacés et de cornéennes qu'elles pénètrent, et dont elles englobent des fragments.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Partout ailleurs, elles affleurent à la surface du sol par suite de la disparition, par érosion, des roches métamorphiques exomorphes et des roches sédimentaires qui avaient contribué à leur formation.

Mais elles surmontent toujours des diorites quartziques ou des granodiorites et, même en quelques points, des granites monzonitiques, et elles se distinguent très nettement de ces trois roches par leurs couleurs gris foncé à noir.

2. Les *diorites quartziques* et les *microdiorites quartziques*, qui sont riches en quartz, et dont les feldspaths sont calco-sodiques et appartiennent à l'andésine-oligoclase, ne se sont formées qu'après les diorites et les microdiorites.

Elles proviennent de la transformation endomorphe d'une deuxième venue de magmas granitiques qui se sont injectés dans les diorites et microdiorites précédemment formées et qu'ils ont en partie assimilé, sans parvenir à saturer totalement leur silice. C'est l'excédent de cette dernière qui existe à l'état de quartz dans les diorites quartziques.

Dans tous les points où ces roches sont en contact avec les diorites ou les microdiorites elles sont toujours situées au-dessous de celles-ci et elles en englobent souvent des fragments.

Sur le terrain, leurs teintes claires les séparent très nettement de ces dernières, mais, par contre, il n'est pas toujours facile d'établir une ligne de démarcation entre elles et les granites qui leur servent de soubassement.

3. Les *granodiorites*, qui sont intermédiaires entre les granites ordinaires et les diorites, sont constituées par des feldspaths calco-sodiques et des feldspaths potassiques, par du quartz et par de l'amphibole et de la biotite. Dans ces roches, les feldspaths calco-sodiques (andésine-oligoclase) sont prédominants et les rapports entre l'orthose et les plagioclases varient entre six dixièmes et trois dixièmes.

Lorsque les granodiorites sont en contact avec des diorites ou des microdiorites, elles se trouvent toujours au-dessous de celles-ci et elles en englobent toujours des fragments, ce qui montre qu'elles sont plus récentes que ces dernières, et qu'elles se sont formées à leurs dépens.

Les granodiorites, dont les teintes sont claires, se distinguent aussi très nettement des diorites qui les surmontent, mais il n'est guère possible, sur le terrain, de les séparer des granites ordinaires qui leur servent de soubassement.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Dans la région d'Aydat, les granodiorites et les diorites quartziques ne sont jamais associées ensemble, ni en contact les unes avec les autres. Quand l'une d'elles existe en un point, l'autre en est absente. Comme ces deux roches occupent la même situation par rapport aux diorites et aux microdiorites, et qu'elles ont des compositions chimiques assez voisines, il est à supposer qu'elles ont dû se former, l'une et l'autre, aux dépens des mêmes magmas granitiques, mais dans des conditions de cristallisation probablement différentes.

En un point, au N de Verneuges, la diorite quartzique possède un peu d'orthose, et elle est à la limite de la granodiorite.

4. *Les granites amphiboliques*, que je n'ai observés qu'en quelques points de la région d'Aydat, se trouvent dans le voisinage et au-dessous des diorites quartziques dont ils englobent quelques petites enclaves. Ils proviennent donc du métamorphisme endomorphe d'une troisième venue de magmas granitiques qui se sont injectés dans les roches dioritiques précédemment formées.

5. *Les monzonites*, qui sont intermédiaires entre les diorites et les syénites, sont constituées par des feldspaths calco-sodiques (oligoclase), des feldspaths potassiques, dont le mocrocline, et de l'amphibole hornblende, avec parfois de la biotite et quelques grains de magnétite. Dans ces roches, les feldspaths calco-sodiques sont prédominants, et les rapports entre l'orthose et les plagioclases varient entre un et six dixièmes.

Dans les points où je les ai observées, les monzonites sont surmontées par des roches métamorphiques exomorphes, principalement par des amphibolites feldspathiques, sous lesquelles elles se sont injectées et dans lesquelles elles envoient des apophyses.

Elles proviennent donc du métamorphisme endomorphe qu'ont subi des magmas granitiques au contact de ces amphibolites et des roches sédimentaires qui accompagnaient ces dernières. Par rapport aux roches métamorphiques exomorphes, elles occupent donc une situation semblable à celle des diorites et des microdiorites.

6. *Les granites monzonitiques* qui établissent le passage entre les granites et les monzonites, et qui peuvent aussi passer aux granodiorites, sont constitués par des feldspaths potassiques, dont le microcline, des feldspaths calco-sodiques (oligoclase-andésine), — avec prédominance des premiers sur les seconds, —

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

du quartz, de l'amphibole hornblende et de la biotite, avec des grains de magnétite.

Ils sont situés au-dessous des monzonites et, en quelques points, ils sont surmontés par des diorites ou des microdiorites. Ils proviennent donc de l'endomorphisme de magmas granitiques qui ont digéré et assimilé les éléments des monzonites ou des roches dioritiques sous lesquelles ils se sont injectés. Par rapport à ces monzonites et à ces diorites, ils occupent donc la même situation que les diorites quartziques et les granodiorites par rapport aux diorites et microdiorites.

Les monzonites et les granites monzonitiques, et même les granites ordinaires, sont assez semblables et, sur le terrain, ces roches ne se distinguent pas très facilement les unes des autres.

Roches de métamorphisme dynamique.

Les roches métamorphiques exomorphes et endomorphes, et les roches granitiques de certains points de la région d'Aydat, ont été affectées par des actions dynamiques plus ou moins intenses. Chez certaines de ces roches, les minéraux sont brisés, avec extinction roulante ; chez d'autres, il s'est produit des fissures et celles-ci sont occupées par des minéraux d'origine secondaire ; d'autres ont subi une trituration complète, et elles ont été transformées en de véritables schistes dont la description sera faite plus loin. (Crête entre Aydat et Sauteyras, Chemin d'Aydat à Phialeix).

*
* *

Après ces brèves généralités sur la nature et sur l'origine des différentes roches métamorphiques de la région d'Aydat, nous allons passer à la description géologique des points les plus intéressants de cette dernière.

Environs de Verneuges. — Les quatre petites buttes qui se dressent au N et à l'E de Verneuges sont constituées, en grande partie, par des roches métamorphiques endomorphes qu'accompagnent, sur trois d'entre elles, quelques petits lambeaux de roches métamorphiques exomorphes.

I. La butte la plus septentrionale (fig. 2, A) est coiffée par un petit lambeau de *schistes micacés* dans lesquels se sont injectés quelques petits filonnets d'aplite.

Au contact de l'un de ces filonnets, qui a été exploité pour

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

l'empierrement, et des schistes qui l'enveloppent, se trouve une lentille de *cornéennes à grenat, pyroxène et épidote*, de couleur gris verdâtre à brun rougeâtre, dans lesquelles le microscope

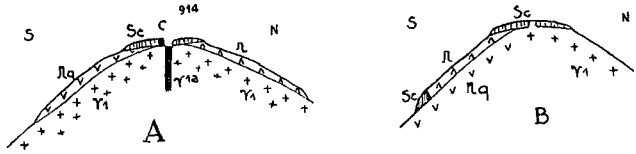


Fig. 2. — Coupes géologiques de la butte qui se trouve an N de Verneuges (A) et de la butte qui est à l'E de cette localité (B).

Sc, schistes micacés ; C, cornéennes ; π, diorites ; πq, diorites quartziques ; γ_1, granite ; γ^{1a}, aplite.

montre des petites plages de pyroxène et de petites veinules d'épidote.

Une autre petite lentille, gris foncé, d'une *cornéenne à cordiérite*, avec quelques lames de biotite, de fines aiguilles de muscovite et des grains de quartz, existe dans un second lambeau de schistes qui se trouve à l'W du précédent, près du croisement de deux petits chemins d'exploitation.

De la *diorite quartzifère micacée*, gris foncé, forme le flanc septentrional de la butte, tandis que de la *diorite quartzique*, à grands éléments et de teinte claire, avec de petites enclaves d'une *diorite* noirâtre et à grain fin, constitue toute la partie supérieure du flanc méridional.

Ce sont des blocs de ces deux dernières roches, amenés au jour par le soc de la charrue, qui ont été déposés près du sommet de la butte.

La même diorite quartzique se voit dans le flanc oriental de la butte où elle se trouve au-dessous de la diorite quartzifère.

Celle qui affleure dans le petit chemin d'exploitation qui longe les schistes micacés, sur leur côté méridional, est à la limite de la granodiorite par les quelques feldspaths potassiques qu'elle possède, et par sa richesse en biotite et sa pauvreté en amphibole hornblende.

II. Le sommet de la butte qui se trouve immédiatement au N de Verneuges est constitué par de la *diorite quartzifère*, et sa base est formée par une *diorite quartzique* qui s'est injectée sous la première et qui en a englobé des fragments.

III. La butte qui se trouve à l'E de Verneuges (fig. 2, B) est coiffée par un chapeau de *schistes micacés*, très redressés, que traversent de petites apophyses de roches granitiques et de petits

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

filons d'aplite et de quartz, tandis que la plus grande partie de son flanc méridional est recouvert par de la *diorite*.

Cette dernière, qui est à grains fins ou à grands éléments, et de teinte noirâtre, est un peu micacée, et elle possède parfois quelques grains de quartz et de magnétite. Sur son rebord méridional, elle enveloppe un petit lambeau de schistes micacés qui sont pénétrés par de petites apophyses de diorite quartzique et par un petit filon de quartz.

De la *diorite quartzique*, un peu micacée, avec des grains de magnétite, s'observe en quelques points de la butte, principalement dans le flanc méridional et dans le flanc oriental. Elle se trouve au-dessous de la diorite et elle s'est injectée dans celle-ci.

Enfin, c'est par du granite ordinaire qu'est formé le flanc septentrional de la butte.

IV. Le sommet et la partie supérieure du flanc méridional de la deuxième butte qui se trouve à l'E de Verneuges sont recouverts par une carapace de *diorite quartzifère* un peu micacée et à grain fin.

Cette diorite, sur le côté occidental de la butte, et près du sommet, englobe un petit lambeau d'une *cornéenne* à grenat, épidote et quartz. En des points, notamment sur le côté SE, elle est en voie de décomposition, et elle semble passer à une *amphibolite feldspathique*.

De la *diorite quartzique* forme presque tout le soubassement de la butte, principalement sur les côtés S et SE, et, en plusieurs points, elle pénètre et perce le chapeau de diorite quartzifère.

V. Un petit pointement qui se dresse dans la partie méridionale du hameau de Verneuges est formé par une *microdiorite* dont les rares phénocristaux d'andésine et d'amphibole sont noyés dans une pâte, à petits éléments, des mêmes minéraux.

Sauteyras. — Le sommet de la butte qui se dresse à l'W de Sauteyras (fig. 3) est constitué par de la *diorite*. Cette dernière est formée, en général, par de grandes plages irrégulières d'amphibole hornblende et par de gros cristaux d'andésine, avec de petits grains de magnétite. Dans les blocs altérés de cette roche, M. A. Lacroix (*Minéralogie de la France*) a observé de l'albite secondaire.

Cette diorite devient un peu quartzifère sur le côté SE de la butte, vers la naissance d'un petit ravin.

Tout le soubassement de la butte est formé par de la *granodiorite*. Celle qui existe au S de la dernière maison, sur le bord

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

de la route, est riche en éléments blancs, oligoclase et quartz, et elle est pauvre en éléments colorés, biotite et surtout amphibole. Mais en se rapprochant de la diorite qui la surmonte, ainsi qu'on peut le constater dans le petit ravin qui se trouve au SW

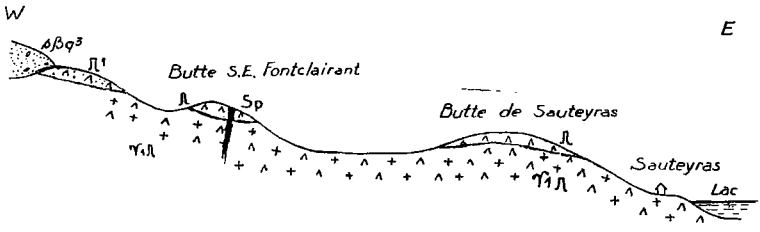


Fig. 3. — Coupe EW de Sauteyras au S de Fontclairant.
π, diorites ; π^1q, microdiorites quartziques ; $\gamma_1\pi$, granodiorites ; Sp, spessartites ; sβq3, scories volcaniques.

de Sauteyras, la teneur en amphibole augmente, tandis que l'oligoclase et le quartz se font plus rares.

Presque à la naissance du même ravin, à la base d'un petit ressaut, la granodiorite s'est injectée dans la diorite et elle en englobe des fragments.

Fontclairant. — I. La petite butte qui est à 300 m. environ au SE de Fontclairant (fig. 3) est coiffée sur ses côtés E et SE par de petits lambeaux de *diorite*, et sur son côté N par un peu de *microdiorite*.

Tout son soubassement est formé par de la *granodiorite* dont la biotite, qui est à peu près le seul élément coloré, est altérée et souvent transformée en chlorite. Cette roche s'est injectée dans la diorite et la microdiorite qui la surmontent.

Un petit filon de *spessartite*, qui s'est fait jour à travers la granodiorite et la diorite, affleure sur le côté oriental de la butte, à une trentaine de mètres du sommet. Cette roche est semblable à celle que nous allons étudier sur le chemin d'Aydat à Verneuges.

II. Le petit mamelon qui se trouve en face de la butte précédente, sur le côté occidental de la route, est formé par de la *microdiorite quartzifère*. Cette roche est constituée par d'abondants et de gros cristaux d'amphibole et de plagioclases qui sont noyés dans une pâte de petits cristaux d'amphibole, de plagioclase et de quartz.

Crête entre Aydat et Sauteyras. — La petite crête (fig. 4 A, B) qui existe entre Aydat et Sauteyras est constituée sur son

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

côté méridional par de la *diorite* de couleur noirâtre, et sur son côté septentrional par de la *granodiorite* de teinte claire.

Diorite et granodiorite sont semblables à celles que nous avons vu dans les environs de Sauteyras. Ces deux roches, dans la partie orientale de la crête, buttent l'une contre l'autre par faille, et c'est le long de celle-ci que la diorite s'est affaissée par rapport à la granodiorite.

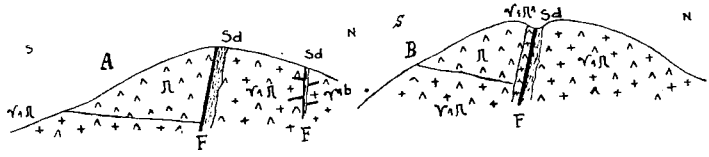


FIG. 4. — Coupes NS à travers la crête qui existe entre Aydat et Sauteyras : A, coupe en bordure de la route ; B, coupe à 60 m. à l'W de la précédente.
π, diorite ; $\gamma_1\pi$, granodiorite ; $\gamma_1\pi^1$, microgranodiorite ; Sd, schiste d'origine dynamique ; γ^{1b}, pegmatite ; F, faille.

L'affaissement serait d'une trentaine de mètres, si l'on en juge par la différence d'altitude qui existe entre la base de la diorite de cette crête et la base de la diorite qui se trouve en place, et à proximité, à l'W de Sauteyras.

Des *roches écrasées* et des *roches laminées*, formant une lame de près d'un mètre d'épaisseur (fig. 4), occupent l'ouverture de la faille et proviennent des actions mécaniques que les parois de cette dernière ont exercées l'une sur l'autre, lors du glissement qui a produit la dénivellation.

Ces roches d'origine dynamique s'observent très nettement dans l'escarpement, d'une dizaine de mètres de haut, qui domine la route sur le côté oriental de la crête.

La partie centrale de cette lame de roches écrasées, sur une trentaine de centimètres d'épaisseur, a l'aspect de véritables *schistes*, aux feuillets minces et réguliers. Ces schistes sont formés par de petits grains de feldspaths et de quartz, et par de fines aiguilles d'amphibole qui sont allongées suivant les plans de schistosité. Quelques petits cristaux de plagioclases et de quartz, aux contours arrondis, existent dans la masse de la roche et ils sont alignés suivant les plans d'écrasement.

Ces schistes dynamométamorphiques se sont formés les premiers, quand les parois de la faille étaient très rapprochées et qu'elles agissaient très fortement l'une contre l'autre.

De chaque côté de cette zone centrale, très broyée, il s'en trouve une autre, d'à peu près même épaisseur, dans laquelle l'écrasement est moins avancé et la schistosité moins nette,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

et où les résidus de minéraux, ou porphyroblastes, sont plus abondants.

Enfin, en bordure de cette lame d'écrasement, les roches encaissantes, diorites et granodiorites, sont simplement disloquées sur une assez faible épaisseur.

Les mêmes phénomènes de métamorphisme dynamique s'observent également plus à l'W, tout le long d'un filon de microgranodiorite, sur le côté septentrional duquel s'est produite et a glissé la faille dont il a été question (fig. 4, B).

En ce point, les roches métamorphiques se sont formées aux dépens de la granodiorite et celles-ci, par endroit, sont plus ou moins finement broyées, mais sans schistosité nette, tandis qu'en d'autres elles présentent d'assez gros cristaux plus ou moins écrasés, qui sont englobés dans une pâte dont la trituration est à peu près complète.

Un autre petit lambeau de *schistes dynamométamorphiques*, de 10 à 15 cm. d'épaisseur et à éléments très fins, est en relation avec une seconde faille qui se trouve à une vingtaine de mètres au N de la précédente et qui s'est ouverte à travers la granodiorite. Ici, un très faible glissement, d'un demi-mètre environ, ainsi que le montre la dénivellation de deux petits filonnets irréguliers d'aplite-pegmatite que la faille a coupés (fig. 4 A), a suffi pour produire ce laminage si intense.

Chemin d'Aydat à Verneuges. — Le versant septentrional de la vallée de la Veyre, le long du vieux chemin d'Aydat à Verneuges, est constitué à sa base par de la granodiorite, — que traversent de petits filons de microgranodiorite, de spessartite, d'aplite et de quartz, — et à son sommet par de la diorite que coiffe un chapeau de conglomérat trachytique (fig. 5).

La *granodiorite* qui se trouve à l'entrée du chemin présente de

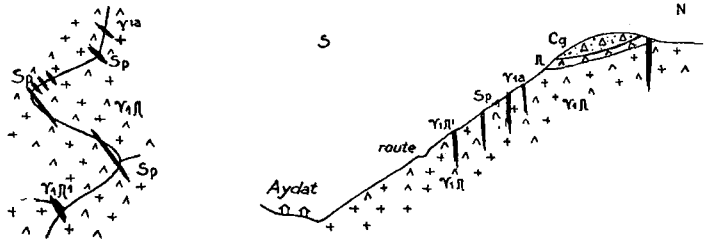


Fig. 5. — Carte de la partie en lacets du chemin d'Aydat à Verneuges, et coupe NS le long de ce chemin.

$\gamma_1\pi$, granodiorite; $\gamma_1\pi^1$, microgranodiorite ; π, diorite; Sp, spessartite ; γ^{1a}, aplite ; Cg, conglomérat trachytique.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

légères traces d'actions dynamiques, avec ses quartz et feldspaths un peu craquelés et ses amphiboles déchiquetées. Elle possède, en outre, quelques petits grains d'épidote d'origine secondaire.

Dans sa partie supérieure, vers son contact avec la diorite, la granodiorite englobe quelques petits fragments de cette dernière, ce qui indique qu'elle s'est mise en place postérieurement à celle-ci. Une de ces enclaves dioritiques est traversée par une petite veinule de prenhite.

La *diorite*, à grain moyen, qui se trouve au sommet de la montée, et qui affleure dans la partie encaissée du chemin, est un peu quartzifère et elle possède quelques grains de magnétite.

Les deux lambeaux de *conglomérats trachytiques*[1], épais de 10 à 12 m., qui sont situés de part et d'autre du chemin et qui forment le sommet de la crête, sont constitués par des roches venues du massif du Mont Dore, principalement par des blocs de trachyte, de basalte, d'andésite, de phonolite, dont certains ont plusieurs mètres cubes, et par des cinérites et des ponces.

Ces conglomérats, qui forment un placage dans le flanc septentrional de la vallée de la Veyre, ont été abandonnés en ce point, antérieurement aux éruptions volcaniques de la chaîne des Puys, par des torrents boueux qui venaient de la région du Mont Dore.

La *microgranodiorite* du petit filon qui se trouve à l'embranchement du chemin de Fonclairant et du chemin d'Aydat-Verneuges est une roche à grain fin et de couleur gris clair. Elle est constituée en grande partie par une pâte de petits cristaux de plagioclases et de quartz, avec de rares aiguilles d'amphibole et quelques grains de magnétite, dans laquelle se trouvent quelques grands cristaux de plagioclases et quelques lames d'amphibole.

Deux autres filons de la même roche se trouvent au N et au NW du précédent, de part et d'autre du lambeau occidental de conglomérat trachytique qui coiffe la crête.

Et c'est par une roche de même nature qu'est formé le filon que nous avons signalé dans la crête qui existe entre Aydat et Sauteyras.

La *spessartite* qui forme la demi-douzaine de petits filons (fig. 5), à peu près verticaux et sensiblement orientés NNW, que l'on observe dans la partie en lacets du chemin, est une roche compacte d'un gris verdâtre à un gris brunâtre. Elle est

1. Ces conglomérats ont été signalés pour la première fois, en 1895, par le botaniste clermontois Damas-Damon (*Revue d'Auvergne*, t. 12 : la vraie situation d'Avaticum).

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

constituée par de fines aiguilles microscopiques d'amphibole verte et par des grains également microscopiques de plagioclases, ces derniers étant enveloppés par les aiguilles d'amphibole.

Suivant les filons, et parfois dans le même filon, la roche est plus ou moins altérée et elle possède une teinte plus ou moins foncée.

Sont identiques à cette roche, la spessartite que nous avons observée à Fontclairant et les spessartites que nous signalerons à côté du bourg d'Aydat, et dans les environs de la croix de Phialeix et à côté de Saint-Julien.

Environs du bourg d'Aydat. — Toute la partie basse du versant méridional de la vallée de la Veyre, de part et d'autre d'Aydat, est en granite ordinaire.

Le petit escarpement qui se dresse au S du bourg est formé par des *granites monzonitiques* (fig. 6). Ces mêmes granites se prolongent un peu vers le S et surtout vers l'E où on les observe à l'entrée du chemin d'Aydat à Poudure et au S de l'entrée du chemin d'Aydat à Phialeix.

Dans le petit sentier en lacets qui gravit l'escarpement, dont il vient d'être question, affleurent deux filonnets de *spessartite* et un filon de quartz.

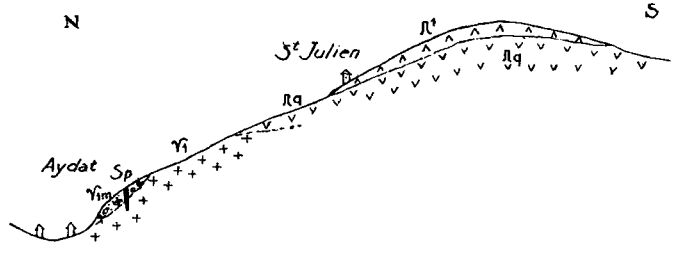


Fig. 6. — Coupe NS, d'Aydat au mamelon de Saint-Julien.
π^1, microdiorite ; πq, diorite quartzique ; γ_{1^m}, granite monzonitique ; Sp, spessartite ; γ_1, granite.

En des points, le granite ordinaire de la base et le granite monzonitique ont subi de légères actions dynamiques et leurs éléments sont fissurés et craquelés avec extinction roulante. Quelquefois, la roche présente de petites zones de frottement et les fissures peuvent renfermer de petits lits d'épidote et d'amphibole secondaire. D'autres fois, les cristaux sont plus ou moins écrasés et ils sont entourés de leurs fins débris.

Dans ces roches dynamométamorphisées, l'amphibole a recris-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

tallisé en petites aiguilles qui sont disposées en traînées plus ou moins régulières et qui enveloppent de petits grains de magnétite.

Saint-Julien et Veyreras. — Dans son ensemble, le petit mamelon qui se dresse au S de Saint-Julien (fig. 6) est formé par de la microdiorite à son sommet, et par de la diorite quartzique à sa base.

La *microdiorite* est constituée par de petits cristaux d'oligoclase-andésine et par de petites baguettes d'amphibole verte qui sont noyés dans une pâte, à grains fins, des mêmes éléments. Elle possède souvent des aiguilles d'amphibole secondaire et des grains d'épidote et de magnétite.

Cette microdiorite supporte quelques petits lambeaux d'une *cornéenne à épidote et à amphibole*, ainsi qu'on l'observe sur le chemin NS qui est à l'W de Saint-Julien.

De la *diorite ouralitisée*, dont l'amphibole provient de la transformation d'un pyroxène, se trouve presque à la base du flanc méridional du mamelon, près de la naissance d'un petit vallonnet.

La *diorite quartzique*, avec de beaux cristaux d'amphibole d'un vert foncé à noir, s'observe principalement dans la vallée de la Veyre, en amont de Veyreras ; et sur la route de Veyreras à Phialeix. En plus de ses éléments essentiels, amphibole hornblende, oligoclase-andésine et quartz, elle possède parfois quelques lamelles de biotite et quelques petits grains d'épidote et de magnétite.

Elle s'est injectée dans la microdiorite dont elle a digéré certaines parties et dont elle a englobé des fragments. Et dans ses contacts avec la microdiorite, ses cristaux sont parfois un peu écrasés, avec production d'épidote et d'amphibole secondaire.

Un filon de *spessartite*, s'étant fait jour à travers la diorite quartzique, existe à l'W de Saint-Julien, en contrebas de la route et près du sentier qui mène à Aydat.

Chemin d'Aydat à Phialeix. — Le petit ressaut qui se trouve à une cinquantaine de mètres au S de l'entrée du chemin d'Aydat à Phialeix (fig. 7) est constitué par du *granite monzonitique*, avec biotite assez abondante et quelques grains de magnétite.

Un petit lambeau de *microdiorite* surmonte ce dernier.

Mais ce sont les environs de la croix de Phialeix, à 400 m. environ plus au S, qui sont surtout intéressants par les roches de métamorphisme exomorphe et endomorphe, et de métamorphisme dynamique, que l'on y observe.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

1. Des *cornéennes* existent dans les trois petits pointements, de quelques mètres de haut, qui se trouvent à l'E de la croix et qui sont formés par de gros blocs de roches. Ces cornéennes,

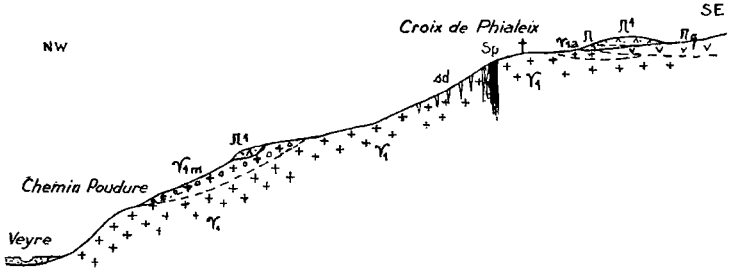


FIG. 7. — Coupe NW-SE le long du chemin d'Aydat à Phialeix.
π, diorite ; π^1, microdiorite ; πq, diorite quartzique ; γ_{1m}, granite monzonitique ; γ_{1a}, granite amphibolique ; γ_1, granite ; Sp, spessartite ; Sd, schiste d'origine dynamique.

qui sont compactes, à cassure anguleuse et de couleur gris verdâtre à gris rougeâtre, sont constituées en grande partie par de petits grains de grenat et d'épidote, avec parfois des grains de quartz, des aiguilles d'amphibole et de petits grains de magnétite. Les grains d'épidote sont parfois groupés en petites plages.

Tous les blocs du pointement qui est le plus rapproché de la croix sont en cornéennes.

Dans le pointement qui est à une quarantaine de mètres plus à l'E, les cornéennes ne constituent que quelques blocs, mais elles se trouvent en enclaves dans les diorites quartziques et dans les granites amphiboliques qui forment les autres blocs.

Et dans le pointement le plus méridional, les cornéennes ne sont qu'à l'état d'enclaves dans les blocs de roches granitiques et de roches quartziques qui forment celui-ci. Mais elles sont en place un peu à l'W de ce dernier.

Des enclaves de semblables cornéennes existent dans des granites écrasés qui se trouvent au N des gisements précédent, sensiblement à égale distance entre ceux-ci et le hameau de Poudure, et à une vingtaine de mètres à l'W du chemin d'exploitation.

2. Les trois petits mamelons, très surbaissés, qui sont au S et à l'W de la croix sont coiffés par des *microdiorites* à peu près identiques à celles que nous avons vues au S de Saint-Julien.

3. Un peu de *diorite* affleure sur le côté septentrional et à la base du premier mamelon de microdiorite qui est à une cinquan-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

taine de mètres au S de la croix, et elle a dû se former en même temps que les microdiorites qui la surmontent. Cette diorite a subi des actions dynamiques, car ses feldsphaths sont craquelés et ses amphiboles déchiquetées, avec des petites bandes de grains d'épidote.

4. Les *diorites quartziques*, qui forment les soubassements des mamelons de microdiorites dont nous venons de parler, affleurent à peu près partout sur le pourtour de ceux-ci. Et il n'est pas rare de rencontrer dans les champs des blocs de ces roches avec des enclaves de microdiorites.

Les mêmes diorites quartziques existent aussi sur le côté oriental de la croix, entre les trois petits pointements à cornéennes dont il a déjà été question. En cet endroit, elles ont subi des actions dynamiques qui les ont complètement transformées dans leur structure et dans leur aspect. Quand l'écrasement a été intense leurs éléments colorés ont été divisés et les débris, disséminés dans la roche, donnent à celle-ci une teinte noirâtre qui la rend absolument méconnaissable à l'œil nu, et qui la ferait prendre pour une diorite à grain fin. Lorsque l'écrasement est moins avancé, les éléments blancs ou colorés des roches originelles sont distincts, mais ils sont distribués en traînées très irrégulières et ils sont accompagnés de grains d'épidote et de petites aiguilles d'amphibole.

5. Des *granites amphiboliques*, provenant aussi de magmas granitiques qui ont digéré les roches dioritiques sous lesquelles ils se sont injectés, existent immédiatement au S de la croix.

Les mêmes granites, avec un peu de biotite, s'observent également à l'E de cette dernière, et ils servent de soubassement à la diorite quartzique et aux cornéennes que nous y avons déjà signalées et dont ils englobent des fragments.

Ces granites amphiboliques, surtout ceux qui sont sur le côté S de la croix, ont subi un commencement d'écrasement. Même, par endroits, de petites zones de ceux-ci sont finement écrasés.

6. C'est par du *granite ordinaire*, à grain fin et de teinte brunâtre, qu'est formé le petit ressaut qui précède la croix sur son côté septentrional. Ce granite a subi des actions dynamiques car son quartz et ses feldspaths sont fissurés, tandis que ses lamelles de biotite, qui sont déchiquetées et groupées en petits amas, ont pris, par altération, une teinte brun jaunâtre bronzé bien visible dans les lames minces. De fines lamelles de muscovite existent parfois dans les fissures de la roche.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

7. Une demi-douzaine de petites lames de *roches écrasées* et de *schistes d'origine dynamique*, de quelques décimètres à près d'un mètre d'épaisseur et formés aux dépens du granite encaissant, affleure dans la partie en lacets du chemin qui se trouve immédiatement au N de la croix. Ces schistes, et les roches plus ou moins écrasées qui les accompagnent, sont sensiblement orientés EW et ils sont à peu près verticaux.

De semblables traces d'écrasement s'observent aussi, sur le même chemin, à une quarantaine de mètres au S de la croix. Et nous avons déjà dit que les autres roches avoisinantes avaient également subi des actions dynamiques.

8. Un petit filon de *spessartite*, identique à ceux que nous avons étudiés sur le chemin d'Aydat à Verneuges, existe à une douzaine de mètres au N de la croix, et il est en contact avec une lame de roches et de schistes dynamométamorphiques. Un autre petit filon de la même roche, qui semble en être le prolongement, se trouve à 250 m. environ plus à l'W.

Environ de Phialeix. — I. Des *granites monzonitiques* affleurent dans le hameau de Phialeix, et deux petits lambeaux de *microdiorite* existent sur le côté occidental de celui-ci dans le chemin qui mène à Aydat.

II. La petite crête, très surbaissée, qui se dresse à l'W de Phialeix est formée par de la diorite quartzique que surmontent quelques petits lambeaux de microdiorite.

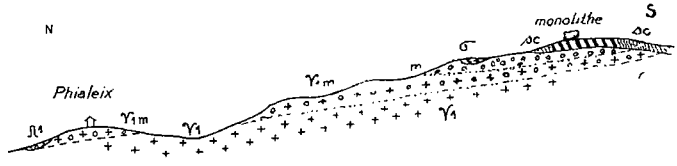


FIG. 8. — Coupe NW-SE le long de la route, au S de Phialeix.
Sc, schistes micacés ; σ, amphibolites feldspathiques ; m, monzonites ; $\gamma_1 m$, granite monzonitique ; π^1 microdiorite ; γ_1, granite.

III. Au S de Phialeix (fig. 8), de l'autre côté du petit vallonnet, on observe successivement des granites monzonitiques, des monzonites, des amphibolites feldspathiques et des schistes micacés.

1. Les *schistes micacés*, qui font leur apparition sur le sommet de la crête, que franchit la route, et qui plongent fortement vers le S, se poursuivent sur près de 3 km. dans cette direction.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

L'existence et la grande extension des formations schisteuses dans le département du Puy-de-Dôme ont été signalées par A. Julien (3).

2. Des deux petits lambeaux que forment les *amphibolites feldspathiques*, qui sont des roches à grain fin et de couleur noirâtre, l'un se trouve au sommet de la crête, supportant un monolite, où il est intercalé entre les feuillets de schistes micacés, et l'autre est à une soixantaine de mètres plus au N, à cheval sur la route.

3. Les *monzonites*, qui sont des roches de teinte claire, affleurent sur le versant septentrional de la crête, près du sommet de celle-ci, et elles s'étendent de part et d'autre de la route, sur près de 150 mètres de long et une cinquantaine de mètres de large.

Elles sont surmontées, sur leurs côtés septentrional et méridional, par les deux petits lambeaux d'amphibolites feldspathiques dont il vient d'être question.

Vers le sommet de la crête, ces monzonites ont subi de légères actions dynamiques et un commencement d'altération, avec formation d'épidote. Elles possèdent quelques cristaux d'allanite sur l'existence desquels M. A. Lacroix a attiré mon attention.

4. Les *granites monzonitiques* sont assez développés au S de Phialeix où ils affleurent sur tout le pourtour des monzonites, et aux dépens desquelles ils se sont formés par l'endomorphisme de magmas granitiques.

Dans ceux du petit mamelon qui se trouve immédiatement au S de Phialeix, sur le côté oriental de la route, j'ai recueilli une enclave de diorite à grain fin. L'existence de cette dernière montre que les roches dioritiques s'étendaient, autrefois, jusqu'en ce point, et que c'est sous celles-ci et à leurs dépens que se sont formés ces granites monzonitiques.

Suivant les endroits, les granites monzonitiques sont plus ou moins écrasés et altérés, et les fissures sont remplies par de petites veinules d'épidote.

5. Le granite ordinaire, qui sert de soubassement aux granites monzonitiques, a subi des actions dynamiques. Sa biotite a souvent recristallisé, et les petites lamelles de néoformation sont groupées en petits amas ou sont dispersées dans la masse de la roche.

Celui de la petite butte qui se trouve à 200 m. à peine à l'W de la route est fissuré et ses fentes sont remplies par de petites veinules et de petits amas jaune-verdâtre d'épidote.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Résumé.

a) Les *roches métamorphiques exomorphes* de la région d'Aydat, — schistes micacés, schistes amphiboliques, amphibolites feldspathiques, cornéennes variées, — proviennent du métamorphisme de sédiments anciens par les gaz, les produits volatiles ou en dissolution qu'ont dégagé les magmas granitiques qui se sont injectés dans ceux-ci.

Ces roches n'existent qu'en quelques points, et elles affleurent toujours à la surface du sol, reposant toujours sur les roches de métamorphisme endomorphe et se trouvant parfois en enclaves dans ces dernières.

Les sédiments anciens qui leur ont donné naissance n'étant pas fossilifères, il n'est pas possible de fixer l'époque à laquelle ces roches se sont formées. Mais, par analogie avec ce que l'on a observé dans d'autres régions du Massif Central (Alb. Michel-Lévy), on peut supposer qu'elles se sont produites durant le Carbonifère.

b) Les *roches métamorphiques endomorphes* qui appartiennent ou se rattachent à la famille des diorites — diorites et microdiorites quartziques, granodiorites et granites amphiboliques, — et qui constituent la famille des monzonites, — monzonites et granites monzonitiques, — proviennent de magmas granitiques qui ont digéré et assimilé les éléments des roches dans lesquelles ils se sont injectés et dont ils ont pris la place.

L'ordre de superposition de ces différentes roches, et la pénétration, avec englobement de fragments, des plus anciennes par les plus récentes, montrent qu'elles se sont formées les unes après les autres, qu'elles se sont produites les unes aux dépens des autres, et qu'elles résultent de mélanges successifs de magmas granitiques, riches en silice, avec des roches basiques, précédemment formées, les premiers ayant digéré et assimilé les secondes.

α) Les magmas granitiques d'une première venue, — dont les produits volatiles avaient contribué à la formation des roches métamorphiques exomorphes, — en digérant et en assimilant ces roches exomorphes et les roches sédimentaires qui existaient encore à côté de celles-ci, se sont transformés, suivant les points, en diorites et microdiorites, ou en monzonites.

Ces premières roches d'origine endomorphes sont toujours situées au-dessous des roches de métamorphisme exomorphe,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

quand celles-ci existent, ou elles affleurent à la surface du sol, lorsque ces dernières ont disparu par érosion.

β) Les magmas d'une seconde venue granitique, qui se sont injectés dans les diorites et microdiorites, ou dans les monzonites, précédemment formées, ont donné naissance à des diorites et microdiorites quartziques, ou à des granodiorites, par la digestion des premières, et ils ont donné des granites monzonitiques par la digestion des secondes.

Ces nouvelles roches sont toujours situées au-dessous de celles dont elles dérivent, quand ces dernières n'ont pas disparu par érosion, et elles en englobent toujours des fragments.

γ) Ce sont les magmas d'une troisième venue granitique qui ont donné les granites amphiboliques que nous avons observés au contact des diorites quartziques et dont ils en englobent des fragments.

δ) Enfin, les granites ordinaires, qui se trouvent au-dessous des diorites quartziques, des granodiorites, des granites amphiboliques et des granites monzonitiques, et auxquels ils passent insensiblement, sans ligne de démarcation nette, sont peut-être la base, non transformée, des magmas qui avaient donné ces dernières roches, ou ils représentent peut-être une autre venue magmatique.

c) Postérieurement à leur formation, les roches métamorphiques exomorphes et endomorphes des environs d'Aydat, ainsi que les granites qui leur servent de soubassement ont été soumises à des actions dynamiques, plus ou moins intenses, allant de la simple brisure des minéraux jusqu'à la trituration complète de ceux-ci, et à la production de vrais schistes d'origine dynamométamorphique.

Et c'est dans les ouvertures d'anciennes failles, dont les parois ont exercé de fortes pressions les unes contre les autres, lors des dénivellations qui se sont produites le long de celles-ci, que se sont formées les lames de schistes dynamométamorphiques que l'on avait prises, jusqu'à présent, pour des lambeaux emballés d'anciens schistes sédimentaires.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

BIBLIOGRAPHIE

1. Henri Lecoq. Les époques géologiques de l'Auvergne, Baillières, Paris, 1867.
2. Von Lassaulx (Trad. Gonnard). Études pétrographiques sur les roches volcaniques de l'Auvergne, *Mémoires de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Clermont*, t. 16, 1874.
3. A. Julien. Sur l'existence et les caractères du terrain cambrien dans le Puy-de-Dôme et l'Allier, *CR. Ac. Sc.*, mars 1881.
4. Aug. Michel-Lévy. Carte géologique de la feuille de Clermont ; 1re édition, 1887.
5. Aug. Michel-Lévy. Réunion extraordinaire de la Société géologique à Clermont, *Bull. Soc. géol. France* (3), t. 18, 1890.
6. Ph. Glangeaud. Carte géologique de la feuille de Clermont, 2e édition, 1909.
7. Ph. Glangeaud. La chaîne des Puys, *Bull. Serv. Carte géol. France*, n° 135, t. XXII, 1913.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Détails observés dans la stratigraphie du Calcaire pisolithique de Vigny

par **Henriette Alimen** [1].

Planche XVI.

Le recul du front de taille, dans l'active exploitation du Calcaire pisolithique du Bois des Roches à Vigny, a mis à jour des détails significatifs, qu'il m'a paru intéressant de relever avant que le travail du carrier les ait fait disparaître.

Historique

On sait depuis longtemps que le Calcaire pisolithique se présente à Vigny en poche dans la Craie : une bonne coupe schématique de l'anticlinal de Vigny, montrant la situation du Calcaire pisolithique au même niveau, ou à des niveaux plus bas que la Craie, a été donnée en 1912 par G. F. Dollfus et M. P. Lemoine (**2**, fig. 6 et 7).

Deux interprétations ont été proposées pour rendre compte de cette disposition : 1° Le Calcaire pisolithique, plus récent que la Craie (Montien), reposerait sur elle par ravinement ; c'est la solution proposée en 1912 par G. F. Dollfus, M. L. Bertrand (**2**). 2° Le Calcaire pisolithique serait un faciès latéral de la Craie. Ce fut l'opinion que M. P. Lemoine, en 1912, opposait à Dollfus et à M. L. Bertrand (**1**, **2**). Plus tard (1922, 1929) M. Lemoine, ayant étudié le gisement de Calcaire pisolithique de Vertus (Marne) (**4**), puis étant revenu à Vigny (**6**), se rallie à la première hypothèse. Les observations de G. F Dollfus (**3**), L. Joleaud, MM. P. Jodot, P. Teilhard de Chardin (**4**), R. Abrard (**6**) conduisent ces géologues à adopter la même solution, qui semble rallier presque tous les suffrages.

La question fut rouverte à la suite d'excursions des étudiants de la Sorbonne, sous la direction d'une part de M. Jacob, d'autre part de M. Lutaud et l'écho en est donné par M. H. Besairie (**7**, p. 225, 226) et par M. Daguin (**8**). La thèse du Calcaire pisolithique représentant un faciès latéral du Crétacé supérieur semble alors reprendre faveur. Cependant M. R. Soyer, découvrant de nouveaux gisements de Calcaire pisolithique en 1937 (**9**), décrit cette formation comme nettement postérieure à la Craie. MM. Bigot, Abrard, confirment ce point de vue (**9**), de même que M. Lemoine qui indique en outre que le Calcaire pisolithique est, à Vigny, adossé à une falaise de la Craie (1937, **10**).

1. Note présentée à la séance du 1er mai 1939.
19 mars 1940.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Particularités de la stratigraphie de Vigny anciennement observées.

a) Superposition du Calcaire pisolithique à la Craie.

En 1928 MM. P. Lemoine et R. Abrard ont observé « en un point de la carrière du Bois des Roches, à droite en y entrant et face au principal front de taille, la superposition du Calcaire pisolithique sur la Craie blanche ». La surface supérieure de la Craie y montre des indices nets d'émersion (6). M. H. Schoeller a noté en outre, au même point, que la Craie est, non seulement ravinée, mais perforée par des lithophages, et que de grands Polypiers y sont en place, fixés sur la Craie (6, p. 85).

b) Existence de la Craie superposée au Calcaire pisolithique.

Cette superposition a été vue en 1912 (2). En 1928, MM. P. Lemoine et R. Abrard précisent qu'ils l'observent à gauche du principal « front de taille » (6). Ceux pour qui le Calcaire pisolithique est de même âge que la Craie pensent qu'il s'agit d'une récurrence du faciès craie après le faciès récifal du Crétacé supérieur, et donc que cette Craie est bien en place. Les arguments invoqués sont les silex entiers, non roulés de la Craie (P. Lemoine, 2, p. 655) et les fossiles crétacés qui s'y trouvent : Bélemnitelles, Oursins (Besairie, 7, p. 226). Pour ceux qui n'acceptent pas l'hypothèse du faciès latéral, la Craie réapparaît sur le Calcaire pisolithique à la faveur d'éboulis provenant de la destruction « d'escarpements », ou du moins « d'affleurements crayeux » du voisinage, ceci aussitôt après le dépôt du Calcaire à *Lithothamnium* (L. Bertrand. G. F. Dollfus, 1912, 2, P. Lemoine, R. Abrard, 1929, 6). Ces auteurs soulignent l'aspect confus des couches de Craie superposées au Calcaire pisolithique, leurs silex non lités, souvent en amas, et même l'existence de « poches renfermant des matériaux étrangers à la Craie » (P. Lemoine, R. Abrard, 6). Enfin M. R. Laffitte pense que les couches crayeuses de la carrière de Vigny, contemporaines du Calcaire pisolithique, sont des couches « mimant » la Craie (9).

Particularités actuellement observables.

1) Exploitation dans le Crétacé (carrière n° 1).

Au voisinage immédiat de la route de Vigny à Longuesse,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

se trouve une exploitation qui, sur une hauteur de 7 à 8 m. à partir du niveau de la route, ne rencontre que du Crétacé. Aucune intrication du faciès à *Lithothamnium* ne s'y observe dans la Craie. Celle-ci présente à son sommet (sur 1 m. 50 à 2 m.) des couches de composition plus marneuse, d'aspect plus confus et de stratification beaucoup moins nette que dans les lits inférieurs. Ces faits sont bien visibles sur la fig. 1, pl. XVI. Les fossiles, Bélemnitelles, Rhynchonelles, Ananchytes, Foraminifères indiquent un âge maestrichtien inférieur (P. Marie, 11), peut-être campanien.

2) **Grande exploitation du Calcaire pisolithique (carrière n° 2).**

Non loin de la précédente, cette carrière exploite, sur une hauteur atteignant jusqu'à 15 m., le Calcaire pisolithitique (fig. 1). Le plancher de l'exploitation principale est lui-même

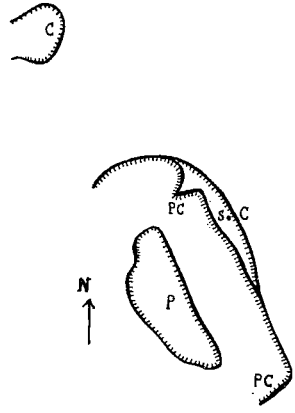


FIG. 1. — Emplacement des fronts de coupe des carrières de Vigny (Crétacé : C ; Pisolithique : P).

entamé, au centre de la carrière, sur une hauteur de 3 à 4 m., où l'on ne rencontre que la formation à *Lithothamnium*. La fig. 2 schématise les couches visibles sur le front principal de cette exploitation.

La comparaison des 2 exploitations très voisines (carrières 1 et 2) montre immédiatement que la seconde entame des assises de Calcaire pisolithique exactement au niveau où la première exploite le Crétacé.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Superposition de la Craie au Calcaire pisolithique. — Cette superposition se voit actuellement non seulement à gauche du principal front de taille, mais tout le long de la vaste carrière, comme le montre la photographie de la pl. XVI, fig. 6. Dans la partie centrale de l'exploitation un petit palier supérieur de 7 à 8 m. de large sépare le front de coupe du Pisolithique du front de coupe du Crétacé situé plus en arrière ; par contre, la superposition des deux assises est directe aux angles NW et SE du principal front de taille (pl. XVI, fig. 2).

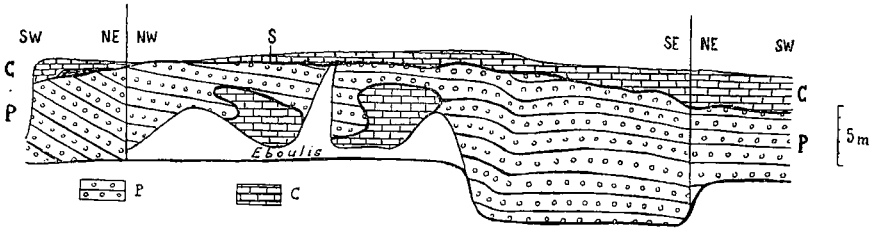


FIG. 2. — Partie principale du front de coupe de la grande exploitation (carrière n° 2).

Apparition de la Craie en lentilles au milieu du Calcaire pisolithique. — Deux réapparitions de la Craie au sein du Calcaire pisolithique sont visibles actuellement (fig. 2, fig. 3 dans le texte et pl. XVI, fig. 3). Le Crétacé en ces points a des caractères francs, identiques à ceux de la carrière n° 1, sans aspect de remaniement.

La zone de contact des deux formations est aisément observable grâce à ces réapparitions à mi-hauteur de la coupe. *Le passage est absolument brusque* [1]. Chacune des deux formations a immédiatement tous ses caractères normaux à droite et à gauche de la ligne de démarcation. Les débris de *Lithothamnium* sont accolés directement à la Craie (pl. XVI, fig. 5). Enfin le Crétacé, lorsqu'il est débarrassé du Calcaire à *Lithothamnium* qui le recouvre, apparaît comme une surface usée, polie. En quelques endroits, il est creusé d'anfractuosités, nettement délimitées, à parois lisses, remplies de la formation pisolithique. La photographie de la fig. 4, détail de la fig. 3 de la même planche, permet d'observer ces divers faits.

Je n'ai pas vu de conglomérat de silex crétacés dans la forma-

1. Ce fait avait déjà été indiqué par PERVINQUIÈRE pour le contact du Pisolithique avec la Craie supérieure et donné par cet auteur comme une objection à la théorie du faciès latéral (2, p. 659) et il a été récemment souligné nettement par M. LEMOINE (10).

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

tion à *Lithothamnium*, mais il convient de remarquer que celle-ci est ici, au contact du Crétacé, uniquement zoogène, sans aucun caractère détritique. Des silex de la Craie existent d'ailleurs, épars, dans le Calcaire pisolithique.

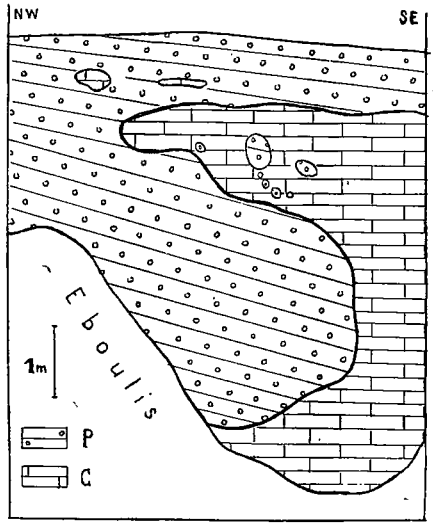


FIG. 3. — Détail du contact du Crétacé et du Calcaire pisolithique (comparer aux photographies de la Pl. XVI, fig. 3 et 4).

Aspect du Calcaire pisolithique. — On trouve, dans cette exploitation le Calcaire pisolithique sous deux faciès différents : un calcaire très riche en débris de *Lithothamnium*, uniquement zoogène, et un calcaire moins fossilifère, dur, à grain très fin, dans lequel M^me^ Lemoine a étudié les thalles de *Lithothamnium* en place.

Le Calcaire pisolithique est bien lité. Les pendages sont visibles : ils vont parfois jusqu'à 45°. Ils varient aux divers points du front de coupe.

Sondages. — Un petit sondage a été fait sur le palier tout à fait supérieur (en S, fig. 1 et 2), à 6 m. en arrière du front de taille qui en ce point recoupe le Calcaire à *Lithothamnium*, et au pied du petit escarpement qui entame la Craie. Sur plusieurs mètres de profondeur, *il n'a rencontré que du Crétacé.* La Craie s'y présente sans aucun aspect de remaniement.

Enfin, le Chef de l'exploitation m'a obligeamment indiqué qu'un sondage, fait sur le coteau, à 80 m. en arrière du front de

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

la coupe actuelle, n'a rencontré que la Craie sur 16 m. de profondeur.

CONCLUSIONS : RAPPORTS DU CALCAIRE PISOLITHIQUE ET DU CRÉTACÉ.

A la lumière de ces faits, il me semble nécessaire de figurer les rapports du Crétacé et du Calcaire pisolithique comme l'indiquent les figures 4 et 5 (dans le texte), correspondant respectivement, la fig. 4 aux angles NW ou SE du front de coupe,

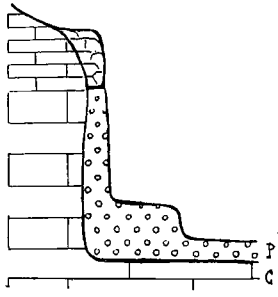


FIG. 4.

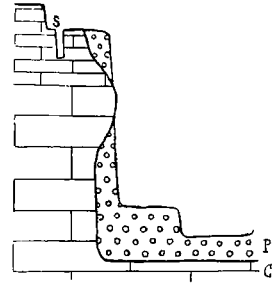


FIG. 5.

FIG. 4. — Schéma des rapports du Crétacé et du Calcaire pisolithique aux angles NW ou SE de la carrière.
FIG. 5. — Schéma des rapports du Crétacé et du Calcaire pisolithique sur le front principal de coupe, au niveau du petit sondage S.

la fig. 5 à la partie au voisinage du petit sondage. La formation pisolithique est donc plaquée contre une falaise crétacée à la façon d'une formation récifale.

Aucun fait ne corrobore l'hypothèse du faciès latéral du Crétacé (aucune indentation de faciès, passage brusque d'une formation à l'autre, traces d'usure du Crétacé au contact du Pisolithique). L'existence du Crétacé au-dessus du Pisolithique s'explique sans nécessiter ni l'hypothèse du faciès latéral, ni celle du Calcaire pisolithique mimant la Craie.

Le Crétacé qui surmonte à Vigny le Calcaire à Lithothamnium est en place, du moins sur le front principal de la coupe qui doit être à peu près parallèle à l'ancienne falaise maestrichtienne ; il en est de même de celui qui réapparaît en lentilles dans le Pisolithique. Toutefois, là où le front de coupe s'avance perpendiculairement à cette direction (angles NW et SE), les couches de Craie actuellement visibles ont un aspect confus ; leur origine comporte un léger remaniement, quasi sur place, des couches supérieures, marneuses, du Crétacé, au niveau qui dut être

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

longtemps celui de l'action des vagues sur la falaise. C'est ainsi que s'explique également l'existence des poches contenant des matériaux étrangers à la Craie. J'en ai observé une, sur la ligne de contact des deux formations, précisément en avant de l'angle NW de la carrière (fig. 1).

L'aspect bien lité du Calcaire pisolithique semble indiquer un trottoir à *Lithothamnium* qui peu à peu s'est élevé. Peut-être faut-il en conclure qu'il s'est produit une immersion progressive de la région. Les pendages, plus ou moins accentués et variables correspondent peut-être à des irrégularités originelles. Ils peuvent aussi indiquer que l'anticlinal de Vigny a joué après le dépôt de cette formation.

L'exploitation de Vigny aura donc sous peu enlevé la totalité des couches qui, en ce point appartiennent à la formation pisolithique, et c'est pourquoi il m'a semblé opportun de parler une fois encore de Vigny, et surtout de figurer quelques-uns des aspects que j'y ai observés. Ainsi parmi les hypothèses émises, celle qui me semble rendre compte des faits est celle que M. Lemoine exprimait récemment ainsi : « la Craie *paraît* superposée au Calcaire pisolithique, mais ce n'est qu'une apparence, analogue à ce qui s'observe le long des falaises de Craie de Normandie » où des dépôts actuels s'accolent à la paroi crétacée. « Les documents stratigraphiques sont nettement en faveur de l'âge postmaestrichtien du Calcaire pisolithique. » (10).

M. **R. Abrard**. rappelle qu'en 1925 M. P. Lemoine et lui ont observé le contact de la base du Calcaire pisolithique de Vigny et de la Craie [1], un fait qui les avait beaucoup frappés était la rubéfaction de la Craie vers le contact, et la présence au contact même d'une couche riche en *Ananchytes ovatus*, témoignant d'une longue émersion et de la destruction d'une importante masse de Craie, cet Échinide n'étant pas très fréquent dans la Craie environnante.

Par ailleurs, il est pour lui incontestable que la Craie de Vigny est campanienne et non maestrichtienne, c'est contre une falaise déchiquetée et excavée de cette craie que s'est déposé le calcaire pisolithique dont la stratification est très souvent entrecroisée.

1. *C. R. somm. S. G. F.*, p. 84, 1929.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

BIBLIOGRAPHIE CITÉE

1. 1911. P. Lemoine. — Sur la nature récifale du Calcaire pisolithique de Vigny et de Montainville (S.-et-O.). *C. R. som. S. G. F.*, (4), t. XI, p. 96-97. Obs. de Dollfus, p. 97.
2. 1912. G. F. Dollfus et P. Lemoine. — Excursion de la S. G. F. à Vigny et Meulan. *B. S. G. F.*, (4), XII, 1912, p. 649-660. Obs. de MM. L. Bertrand, p. 652, Pervinquière, p. 659.
3. 1912. G. F. Dollfus. — Considérations générales sur le Calcaire pisolithique de Paris. *B. S. G. F.*, (4), XII, 1912, p. 661-668. Obs. de P. Lemoine, p. 668-672, de G. F. Dollfus, p. 672-674.
4. 1922. P. Jodot, L. Joleaud, P. Lemoine, P. Teilhard de Chardin. — Observations sur le Calcaire pisolithique de Vertus et du Mont Aimé. *B. S. G. F.*, (4), 1922, XXII, p. 164-176.
5. 1925. A. Schoeller. — Quelques mots sur le Calcaire pisolithique de Vigny. *B. S. G. F.*, (4), XXV, 1925, p. 589-593.
6. 1929. P. Lemoine et R. Abrard. — Les rapports entre la Craie et le Calcaire pisolithique à Vigny. *C. R. som. S. G. F.*, (4), XXIX, 1929, p. 84-85. Obs. de H. Schoeller, p. 85.
7. 1930. H. Besairie. — Recherches géologiques à Madagascar, Toulouse, 1930.
8. 1932. F. Daguin. — A propos de la signification stratigraphique de *Nautilus danicus* Schlot. *Proc.-verb. Soc. linn. de Bordeaux*, 26 juin 1932, 4 p.
9. 1937. R. Soyer. — Nouveaux gisements de Calcaire pisolithique à l'Ouest et au Sud de Paris. *B. S. G. F.*, (5), VII, 1937, p. 271-282. Obs. de R. Abrard, P. Marie, A. Bigot, R. Laffitte.
10. 1937. P. Lemoine. — L'âge et les conditions de dépôt du Calcaire pisolithique. *B. S. G. F.*, (5), VII, 1937, p. 283-285.
11. 1937. P. Marie. — Sur la faune des Foraminifères du Calcaire pisolithique du Bassin de Paris. *B. S. G. F.*, (5), VII, 1937, p. 289-294.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XVI

Fig. 1. — Carrière n° 1. Exploitation dans la Craie (route de Vigny à Longuesse).

Fig. 2. — Carrière n° 2. Angle SE de l'exploitation de Calcaire pisolithique au Bois des Roches de Vigny : superposition de la Craie (C) au Calcaire pisolithique (P).

Fig. 3. — Carrière n° 2. Réapparition de la Craie (C) au sein des couches de Calcaire pisolithique (P).

Fig. 4. — Détail de la photographie de la fig. 3 : contact du Pisolithique et de la Craie ; anfractuosités de la Craie emplies de débris de *Lithothamnium*. On remarquera, au-dessous de la plus grande de ces anfractuosités, l'aspect poli du Crétacé.

Fig. 5. — Fragment de roche montrant le contact brusque de la Craie et du Pisolithique (grandeur naturelle).

Fig. 6. — Vue d'ensemble de la grande exploitation de Calcaire pisolithique. Le Crétacé (C) est visible au-dessus du Pisolithique (P) sur tout le front de l'exploitation.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

A PROPOS DE L'AGE TERTIAIRE DU « CALCAIRE PISOLITHIQUE » DE VIGNY (S.-ET-O.)

PAR **Albert F. de Lapparent**[1].

Il y a deux ans, frappé par le fait incontestable de la position de la craie au-dessus du « calcaire pisolithique », bien visible alors dans la carrière de Vigny, j'avais pensé pouvoir expliquer ce délicat problème stratigraphique en recourant à l'hypothèse d'un récif dans la mer sénonienne, comme M. P. Lemoine[2] l'avait lui-même admis en 1911-1912. Le compte rendu d'une excursion[3] que je conduisis alors à Vigny et qui fut rédigé à cette date (mai 1937) contient l'hypothèse du récif. Mais depuis ce temps j'ai été amené à l'abandonner, à la suite d'une course commune avec M. et Mme P. Lemoine, R. Laffitte et H. Agalède (juin 1937), à la suite aussi d'une série d'observations et de découvertes plus récentes.

Je pense, en effet, maintenant que tous les gisements de calcaire dit « pisolithique » du bassin de Paris sont d'âge tertiaire (Montien).

En bref, les raisons qui me font adopter désormais cette opinion sont les suivantes.

1. Le fait d'une émersion importante et d'un ravinement de la craie avant le dépôt des couches litigieuses, chaque fois que le contact inférieur des deux formations est visible : Meudon, Vertus, Mont-Aimé et même Vigny[4].

2. L'absence de passage latéral entre le « pisolithique » et la craie, le contact étant toujours parfaitement net entre le sédiment formé par des débris d'Algues calcaires et la craie jaunie, durcie, perforée. On n'observe jamais aucun débris du « pisolithique » dans la craie, tandis qu'on rencontre assez fréquemment de véritables galets de craie enrobés dans le « pisolithique ».

3. La microfaune du calcaire de Vigny est franchement tertiaire et tout à fait différente de celle de la craie campanienne avoisinante[5].

1. Note présentée à la séance du 1er mai 1939.
2. *C. R. somm. S. G. F.*, 1911, p. 96, et *B.S.G.F.* (4), XII, 1912, p. 655 et 659.
3. *Soc. géol. et minér. de Bretagne*, 1937, p. 28.
4. R. Abrard. *C.R. somm. S. G. F.*, 1929, p. 84 ; H. Schœller, *ibid.*, p. 85 ; observation personnelle (mai 1939).
5. P. Marie. *B.S.G.F.* (5), VII, 1937, p. 289.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

4. La découverte d'Operculines au Mont-Aimé [1].

5. La faune de Mollusques, quoique encore incomplètement étudiée, manifeste la coexistence de formes crétacées et de formes tertiaires, ce qui est une caractéristique de la faune malacologique montienne.

6. La présence certaine de *Nautilus danicus* à Vigny n'est pas une objection, puisqu'on sait que ce fossile passe dans le Montien. L'exploitation intensive de la carrière nous a permis, au cours d'une excursion d'étudiants (mai 1939), d'en récolter ou d'en observer en place six exemplaires dans la même journée.

Il reste cependant, à mes yeux, deux problèmes auxquels ne paraissent pas encore avoir été apportées de solutions pleinement satisfaisantes.

Un problème stratigraphique : pourquoi le « calcaire pisolithique » est-il presque toujours *contre* et *sous* la craie, par exemple à Vigny, à Montainville, à Laversines, à Port-Marly... ? L'hypothèse d'un accolement contre une falaise de craie, creusée de surplombs et de grottes profondes, avec des éboulements qui paraissent d'ailleurs assez nets à Vigny (craie durcie et jaunie, conglomérat de silex *non roulés*), suffit-elle à expliquer la généralité de cette disposition si particulière du « pisolithique » ?

Un problème paléogéographique : pourquoi les lambeaux de « calcaire pisolithique » se montrent-ils toujours isolés et fort distants les uns des autres, sans aucun autre sédiment montien intermédiaire ? Et comment imaginer ces chenaux étroits, correspondant à des vallées quaternaires [2], que la mer montienne aurait remontés sur des distances considérables? Il est vrai que les résultats d'une série de sondages tendraient à diminuer cette impression d'isolement des lambeaux montiens [3].

Quoi qu'il en soit, le « calcaire pisolithique » de Vigny et des gisements analogues est postérieur à la craie campanienne et se situerait bien à l'extrême base du Tertiaire, dans l'étage montien.

L'épisode chaud que représente le Montien, avec ses Algues calcaires, ses Polypiers, ses Mollusques de grande taille, et qui semble avoir été plus chaud même que le Lutétien, se placerait par conséquent au début du Tertiaire, tandis que la fin du Crétacé paraît avoir été marquée par un refroidissement.

1. R. Laffitte. *CR. Ac. Sc.*, t. 206, 1938, p. 1908.
2. *B.S.G.F.*, (4), XII, 1922, fig. 6, p. 173.
3. R. Soyer. *B.S.G.F.*, (5), VII, 1937, p. 271.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Les différenciations chez les Gastéropodes capuliformes : Organisation des *Platyceratidae*

par **Geneviève Delpey** [1].

Résumé. — On connaît de nombreux Gastéropodes à coquille capuliforme dont l'apparence est généralement attribuée à des convergences dues aux conditions éthologiques, à leur vie fixée. — A ce groupe morphologique appartiennent les *Platyceratidae* du Primaire qui présentent des sinus pouvant être interprétés comme ceux des *Pleurotomariidae*. — Or, les zoologistes Fischer et Bouvier ont montré que l'ancêtre des Gastéropodes devait posséder plusieurs paires de branchies. — Les premiers *Platyceratidae* semblent donc avoir présenté des traces de segmentation. — L'étude des sinus chez les *Platyceratidae* permet de distinguer deux groupes anciens suivant que les formes originelles tendent vers une anatomie à 1 seule ou à 2 branchies.

Seul le point de vue géométrique permet de classer les Gastéropodes en formes à spire développée et coquilles ne possédant guère plus d'un tour. Les différences physiologiques entre les Gastéropodes capuliformes actuels sont telles que l'on peut envisager leur ressemblance extérieure comme due à des convergences de forme. La plupart du temps, cette solution est admise, car leur mode de vie est semblable et entraîne bien des différenciations.

Différenciations éthologiques. — Les formes actuelles vivent sédentaires, au moins à l'âge adulte, aussi n'est-il pas étonnant que les organes servant à attacher solidement l'animal à la coquille et au support se développent considérablement.

L'empreinte du muscle rétracteur, généralement en forme de fer à cheval, qui soude les parties molles à l'intérieur du test est semblable pour toutes les coquilles capuliformes et même chez le Néritidé d'eau douce *Septaria* Férussac (*non* Lamarck), adapté à la fixation sur des bois flottants. Chez les *Tryblidiidae* cambriens, siluriens et dévoniens, ce muscle était représenté par une couronne de fossettes.

Il semble encore que soit en rapport avec le développement du même muscle, le septum qui orne la surface interne de la

1. Note présentée à la séance du 15 mai 1939.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

coquille des *Calyptraeidae*, de certains *Hipponycidae* et du Fissurellidé *Zidora* A. ADAMS. Le septum de *Crucibulum* SCHUMACHER et de *Mitrularia* SCHUMACHER revêt la forme d'une coupe ou d'une portion de coupe dont le sommet est soudé à celui de la coquille, soit directement, soit par l'intermédiaire d'une tige, soit, comme chez *Crucibulum*, par l'une des génératrices de la coupe. Pelseneer a observé qu'une partie du pied se loge à l'intérieur du septum, mais il semble que le principal rôle de cette formation soit d'offrir plus de prise au muscle qui l'entoure, comme les apophyses myophores des Rudistes. Chez *Crepidula* LAMARCK et *Calyptraea* LAMARCK dont la coquille esquisse un début d'enroulement, le septum prend une position marginale et se soude au bord de l'ouverture le plus proche de la spire : il devient le septum columellaire que l'on retrouvera épaissi chez les *Neritidae* : parmi ceux-ci, le genre fixé *Septaria* présente un septum très peu différent de celui de *Crepidula*. Ce septum est le lieu d'insertion du muscle devenu columellaire.

Les *Calyptraeidae* sont considérés comme apparus au Crétacé, mais déjà au Séquanien, le gisement de Cordebugle a fourni un *Crepidula* (coll. Sorbonne). Il est bon de rapprocher de cette famille les *Clisospiridae* primaires. Je signale en outre que le genre *Hercynella* KAYSER, dont la position systématique est toujours contestée, porte une arête latérale rompant la symétrie patelloïde de la coquille à la manière du septum de *Crucibulum*.

Pour adhérer au support, le pied se développe. Il sécrète un disque calcaire qui se soude au substratum dans la plupart des *Hipponycidae*. Ces derniers, ainsi que les *Patellidae*, creusent des alvéoles dans les rochers calcaires.

Le mode de vie sédentaire agit sur la symétrie de la coquille qui tend à devenir bilatérale ou même radiée. On ne peut donc savoir à première vue si la symétrie est originelle ou si elle provient de l'adaptation. Les bords de l'ouverture se modèlent sur le support, aussi celle-là ne montre-t-elle aucune différenciation accusée qui serait susceptible de rompre l'équilibre.

Des Gastéropodes incontestablement plus évolués se sont adaptés à une vie sédentaire. Ce sont surtout les *Vermetidae* dérivant des *Turritellidae*, les *Coralliophilidae* proches parents des *Purpuridae*, ainsi que certains *Nerineidae* tels que *Nerinella libanotica* et une forme symbiotique de *Nerinea salinensis*. Cette dernière porte à croire que c'est surtout le contact de la spire avec un corps étranger qui entraîne l'adaptation. Les différenciations du pourtour de l'ouverture tendent à s'effacer, à l'exception des

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

sinus du labre. Les tours tendent à se disjoindre. Ainsi, la reptation des Gastéropodes paraît avoir été l'une des causes de l'enroulement de la coquille et des différenciations du pourtour de l'ouverture.

D'autres modifications des Gastéropodes fixés sont plus difficiles à reconnaître chez les fossiles. Ainsi, pour les *Thyca* (*T. astericola* A. ADAMS), *Capulidae* parasites sur les tubercules des Astéries, l'adaptation s'est faite dans le sens parasite : la radula masticatrice fait défaut et la bouche différencie une trompe qui puise la nourriture dans la chair de l'hôte.

Les coquilles de Gastéropodes capuliformes présentent donc actuellement peu de différenciations : celles qui leur sont apportées par la vie fixée apparaissent ou persistent seules.

COQUILLES CAPULIFORMES PALÉOZOIQUES ; LES *PLATYCERATIDAE*.

Des genres capuliformes simples sont apparus avec la classe des Gastéropodes, c'est-à-dire au Cambrien. Aussi est-on embarrassé pour en définir les origines. De même, les pourcentages des faunes anciennes paraissent faussés parce que les auteurs se sont attachés à des groupes de plus grande valeur stratigraphique comme les *Bellerophontidae*, souvent en outre mieux conservés.

Les *Tryblidiidae*, sans sinus différencié et à empreinte musculaire multiple, sont connus depuis le Cambrien inférieur accompagnant déjà un *Platyceras* (*P. primaevum* WALCOTT), quelques *Bellerophontidae* et des *Raphistoma*.

Les belles faunes de Gastéropodes apparaissent dans la zone néritique des mers ordoviciennes, en particulier dès l'Arenig. Ce sont alors surtout des *Bellerophontidae* à sinus faible (*Integridorsata* COWPER REED) mais il y a déjà de vrais *Bellerophon* et des *Pleurotomariidae*. Les monographies de l'Ordovicien d'Angleterre et de Bohême ne citent guère de *Platyceratidae*. On en a signalé dans les provinces baltiques et en Amérique du Nord.

Au Gothlandien, les genres sont plus divers, avec de nombreux *Orthonychia*, *Platyceras* et *Platyostoma*, au péristome sinueux, dans les prairies à Crinoïdes de Bohême et du Sahara.

Le faciès subrécifal esquissé par les prairies à Crinoïdes du Gothlandien tend à se généraliser au Dévonien sous le nom de faciès hercynien où il s'accompagne de magnifiques récifs aux États-Unis, dans le Sud de l'Angleterre et au Sahara. En

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Bohême, les couches Ff_2, qui doivent être placées à la partie supérieure du Dévonien inférieur, terminent la série. Les *Platyceratidae* jouent un grand rôle : dès le Dévonien moyen, on peut constater l'existence d'espèces à sinus intermittents et de formes ornées d'épines creuses.

Le Carbonifère contient des *Platyceratidae*, nombreux encore dans les prairies à Crinoïdes des États-Unis, de Belgique, etc... La plupart des espèces possèdent deux sinus peu profonds, certaines tendent à la formation de gouttières siphonales. Au Permien, c'est la fin avec encore une belle faune à Timor.

Passé l'ère Primaire, on ne rencontrera plus que des Gastéropodes capuliformes peu spécialisés pouvant être, le plus souvent, considérés comme dégénérés à partir d'autres groupes, du fait de leur vie fixée et qui seront rapportés à la famille des *Capulidae* ou à des groupes voisins.

Habitat des Platyceratidae. — Ils semblent avoir eu le mode de vie des coquilles capuliformes actuelles. Il est inutile de revenir ici sur les particularités de leur vie commune avec les Paléocrinoïdes : à propos de 12 espèces du Carbonifère américain, Keyes en a fait une étude minutieuse. Occupant la région anale des Échinodermes, ils ont eu une vie saprophage analogue à celle de certains *Eulimidae* actuels. Leurs branchies servaient peut-être à rabattre vers la bouche les particules nutritives, comme chez les *Capulidae* actuels. On peut imaginer leur habitat qui participe des conditions de vie de leurs supports : fonds gréseux ou vaseux, mise en liberté de calcaire, eaux assez agitées.

Les faciès à entroques paraissent avoir été, au Paléozoïque et au Mésozoïque, des intermédiaires entre le récif et l'herbier, les longues tiges calcaires des Pelmatozoaires s'enchevêtrant et se ployant comme les individus des prairies végétales sous-marines. Si l'on transpose ce que l'on sait des herbiers, on doit penser que, dans un tel milieu, les Gastéropodes à coquille allongée sont les plus aptes à résister à l'étouffement, donc à se développer. C'est peut-être l'explication de la forme allongée des cônes d'*Orthonychia*.

Les hypothèses sur l'origine des Gastéropodes.

Parmi les théories qui ont été émises à ce sujet, plusieurs retiennent l'attention par leur diversité. La dernière en date, adoptée par J. Brookes Knight et dans le traité de Wenz, considère comme ancêtres certains *Trochoturbinidae* voisins du genre

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Holopea HALL, dont la spire constitue plusieurs tours jointifs et qui est apparu à l'Ordovicien. Les *Platyceratidae* seraient un rameau en dérivant sans doute par déroulement de la spire.

En 1902, Fischer et Bouvier ont été amenés par l'étude de *Pleurotomaria Beyrichi* à comparer celui-ci aux *Chitonidae*. Le système nerveux assez primitif, la symétrie bilatérale sensible malgré la torsion, une radula très peu différenciée, l'existence de papilles marginales au manteau sont autant de caractères rapprochant les deux formes. D'autre part, les Pleurotomaires possèdent un ganglion branchial volumineux tendant à disparaître chez les Gastéropodes monotocardes, ganglion qui pourrait être considéré comme résultant de la fusion de plusieurs des ganglions situés, chez les Chitons, à la base de chaque branchie. Aussi, ces zoologistes ont-ils supposé que la forme à affinités chitoniennes qui serait l'ancêtre des Gastéropodes devait avoir plusieurs paires de branchies, atrophiées peu à peu par la torsion.

Se fondant sur la considération de l'enroulement des tours qui seraient de plus en plus serrés au fur et à mesure de l'évolution, Cossmann, dans le tome X de ses Essais, a considéré que de nombreuses familles de Gastéropodes dérivent des *Capulidae* primaires. Mais, alors, on ne soupçonnait pas de différence physiologique entre ces coquilles capuliformes et celles de l'époque actuelle comme le genre *Capulus*, dont l'organisation interne est assez différenciée (voir Félix Bernard, p. 520-521).

Particularités anatomiques de certaines coquilles de *Platyceratidae*.

1. Le genre *Orthonychia* comprend des coquilles en forme de corne, à peu près dépourvues d'enroulement spiral. Auprès d'espèces dont la conservation rend l'ornementation assez confuse, *Orthonychia elegans* BARRANDE (pl. XV-XVI) du Gothlandien Ee_2 de Bohême, retrouvée au Sahara par N. Menchikoff, est l'une des formes les plus typiques. La coquille est ornée d'ondulations radiales qui, chez un Gastéropode dissymétrique, correspondraient à des cordons longitudinaux. Sur chacun de ces cordons, les stries d'accroissement forment un sinus assez accentué, limité par deux stries, ne constituant pas toutefois une bandelette sinusaire. Il y a 8 à 12 sinus par échantillon (fig. 1).

Entailles et sinus labiaux des Gastéropodes. — Peut-on envisager l'homologie de chacun des sinus d'*Orthonychia* avec l'entaille des *Pleurotomariidae*? On sait que l'entaille des *Pleuroto-*

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

mariidae et des *Fissurellidae* correspond à l'anatomie respiratoire : il y a une cténidie de chaque côté de l'entaille qui est remplacée le long des tours par une bandelette, sorte de formation de remplissage. Bien souvent, en particulier chez les Pleurotomaires du Bajocien de Normandie, la bandelette est très individualisée et semble n'avoir aucun rapport ornemental avec le reste du test.

Il est loin d'en être de même pour tous les *Pleurotomariidae*. L'espèce actuelle *Pleurotomaria Beyrichi* Hilgendorf possède une échancrure relativement peu profonde et sa bandelette n'est limitée que par la juxtaposition des points d'inflexion des stries d'accroissement. De nombreux Pleurotomaires fossiles présentent ce caractère, ainsi *Leptomaria Gibbsi* Sowerby. On peut alors observer le passage des lamelles d'accroissement sur la bandelette. C'est donc la rapidité du dépôt de la coquille qui joue le rôle principal : ou bien il y a un simple retard d'accroisement du test au niveau de l'entaille, ou bien ce retard, trop considérable, nécessite un deuxième temps de sécrétion : la bandelette est alors une pièce raccordant les deux bords de l'entaille.

Les zoologistes ont mis en évidence un autre fait très important : la coquille embryonnaire des Gastéropodes, en particulier celle de *Fissurella*, ne présente pas de sinus. La formation de ce caractère semble donc un phénomène secondaire, aidant l'irrigation des branchies, non primordial. Cette observation serait à rapprocher de la constitution du sinus siphonal des *Aporrhaidae* qui n'apparaît que dans les genres les plus évolués bien que le rostre ne soit déjà pas fonctionnel, semble-t-il, chez *Dicroloma* et *Harpagodes*. De plus, en ce qui concerne l'appareil branchial, le genre actuel *Patella*, à coquille capuliforme, possède un nombre élevé de branchies de néoformation, mais aucune trace sinueuse de cette structure n'est présentée par le péristome.

D'autre part, alors que personne ne met en doute l'homologie de la bandelette des *Bellerophontidae* et de celle des *Pleurotomariidae*, Cowper Reed a groupé sous le nom d'*Integridorsata* une série de genres de *Bellerophontidae* dont le labre n'est entaillé que par un sinus faible, sans bandelette sinusaire. Dans le Silurien anglais, ce sont : *Sinuites*, *Sinuitopsis*, *Oxydiscus*, *Cyrtolites* et *Bucaniella*. Le genre américain *Trigyra* Raymond possède un sinus de ce type et peut-être des sinus latéraux.

Ainsi, à l'origine, chez les Gastéropodes possédant une entaille sinusaire, il y aurait lieu d'envisager plusieurs degrés de différenciation du sinus : 1° pas de sinus (embryon) ; 2° sinus faible (*Integridorsata*) ; 3° bandelette limitée par les points d'inflexion

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

des stries d'accroissement (nombreux Pleurotomaires) ; 4° bandelette fortement individualisée (*Pleurotomaria mutabilis* et *P. ornata* du Bajocien).

Si l'on se rapporte aux travaux de Fischer et Bouvier sur *Pleurotomaria Beyrichi*, il y aurait lieu d'observer une évolution en sens contraire, sorte de régression : la bandelette limitée par les points d'inflexion des stries d'accroissement devrait ici ce caractère au raccourcissement de l'entaille qui accompagne un début d'atrophie de la branchie droite. C'est de cette façon que se seraient différenciés au cours des périodes géologiques les Gastéropodes qui ne possèdent qu'une branchie bien qu'ils aient un labre sinueux. C'est ce que j'ai appelé Groupe II [1].

D'ailleurs, l'entaille subsiste dans le genre *Tenagodes* (*Vermetidae*), bien qu'il n'y ait qu'une seule branchie. Mais, d'après ce que l'on observe sur les tours jointifs de ce genre, l'entaille, jouant sans doute un rôle de gouttière pariéto-labiale, occupe la même position inférieure au tour que la bandelette des *Nerineidae* (voir *Nerinella libanotica*). La branchie droite n'ayant plus aucune place, il n'est pas étonnant qu'elle fasse défaut. C'est, semble-t-il, le cas de toutes les coquilles du Groupe III. Je signalerai pour mémoire que la gouttière pariéto-labiale du Strombidé *Pereiraia* simule un sinus du même type.

Cette étude montre la diversité des sinus à valeur banchiale déterminée, ainsi que les principaux exemples où ce même caractère a perdu sa valeur tout en conservant, sans doute, un rôle dans l'irrigation des branchies. Les sinus labiaux des Gastéropodes peuvent être considérés comme des indices particulièrement précieux de la structure de l'appareil respiratoire, mais il ne faut pas oublier que ce sont des caractères secondaires apparaissant après la constitution branchiale et persistant souvent, dans une position modifiée il est vrai, chez des formes dont l'architecture branchiale ne nécessite plus leur présence. Par leur évolution et leurs fonctions, ils s'apparentent aux gouttières et aux canaux siphonaux des Gastéropodes évolués.

Interprétation des sinus d'Orthonychia. — Les sinus d'*Orthonychia elegans* rappellent ceux des *Bellerophontidae integridorsata*. Je décrirai plus loin un *Platyceras* qui possède des sinus limités par les points d'inflexion des stries d'accroissement. D'autre part, la situation de ces sinus sur des cordons longitudinaux se retrouve aussi chez les *Bellerophontidae*, dont la bandelette est généralement située sur une carène.

1. **16**, p. 22 et 24.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

On ne peut donc, dans l'état actuel de nos connaissances, expliquer la présence de sinus chez *Orthonychia* que dans un rôle analogue à celui qu'ils jouent chez les *Pleurotomariidae*. On doit en conclure que l'appareil respiratoire d'*Orthonychia* était constitué par une couronne de branchies comme celui des *Chitonidae*. Il devait y avoir autant de centres branchiaux qu'il y a

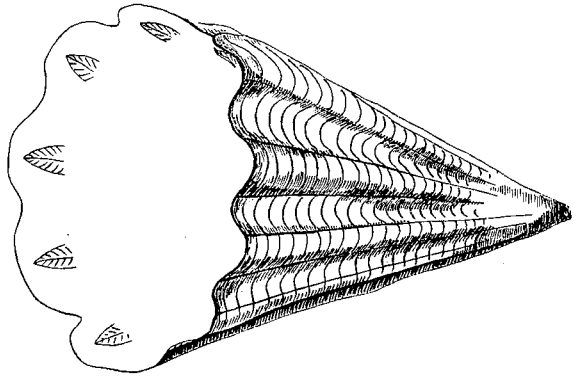


FIG. 1.

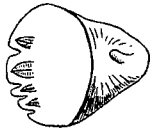


FIG. 2.

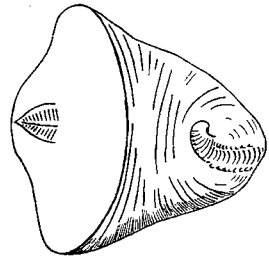


FIG. 3.

FIG. 1, 2, 3. — Organisation branchiale supposée de : 1, *Orthonychia elegans* BARRANDE ; 2-3, *Platyceras Menchikoffi* nov. sp. : 2, jeune, 3, adulte.

de méplats entre les sinus (fig. 1). Étant donné le peu de restes d'organisation interne que conserve la coquille d'un Gastéropode, cette interprétation, fondée sur un seul caractère, doit être considérée comme une hypothèse, la seule possible actuellement.

Le genre *Orthonychia* paraît d'ailleurs ne pas avoir été le premier à présenter une telle organisation parmi les Gastéropodes, bien qu'il ne semble pas que des formes plus simples présentent des sinus sur leur coquille. En effet, à la manière de la coquille embryonnaire des Fissurelles actuelles et comme les Patelles à multiples branchies de néoformation, certaines coquilles capuli-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

formes très anciennes possèdent une ouverture dépourvue de sinus. C'est le cas *d'Hypseloconus* et de la plupart des *Tryblidiidae*. Ces derniers présentent d'ailleurs une particularité que l'on peut considérer comme une autre trace de segmentation : leur empreinte musculaire en fer à cheval est en effet constituée par plusieurs fossettes correspondant sans doute à des centres musculaires distincts.

La place d'Orthonychia *parmi les Mollusques.* — Ainsi, il semble que l'hypothèse zoologique de Fischer et Bouvier concernant les Gastéropodes primitifs soit vérifiée dans le genre *Orthonychia*. Cependant, si ce genre possède comme les *Chitonidae* toute une série de branchies, si, d'après l'étude de *Pleurotomaria Beyrichi*, on est amené à considérer que le système nerveux était des plus simples, il semble bien que d'autres caractères éloignent les deux types.

Le mode de vie des Amphineures actuels n'est pas sensiblement différent de celui des coquilles capuliformes, le plus souvent ils sont fixés sur les rochers de la zone littorale. Leur radula est très simple, signe d'un régime herbivore ; chez plusieurs Aplacophores parasites de Cœlentérés, elle est très réduite, comme elle l'est pour les *Capulidae* parasites et comme elle devait l'être pour les *Platyceratidae* saprophages.

On a coutume de considérer les Amphineures comme des Mollusques très simples parce qu'ils ont conservé de nombreuses traces de segmentation. Pourtant, il semble que le muscle rétracteur des *Tryblidiidae* ait conservé une segmentation qu'on ne rencontre pas chez les Chitons. D'autre part, si de nombreux Polyplacophores possèdent une respiration « holobranche », bien des types présentent une réduction du nombre des branchies qui se localisent vers l'arrière : cette respiration « mérobranche» trouve son maximum chez les Aplacophores ou Solénogastres à 2 branchies seulement. C'est donc des holobranches que l'on doit rapprocher *Orthonychia*.

Mais, depuis que l'on connaît des Chitons fossiles, c'est-à-dire depuis le Silurien, ceux-ci sont représentés par des plaques articulées, généralement au nombre de 8 qui constituent leur coquille. Ces plaques présentent une ornementation et une structure microscopique qui leur sont propres, elles jouent les unes sur les autres pour permettre au Chiton de se rouler en boule comme un Cloporte. On connaît bien chez les espèces actuelles des exemples de réduction du nombre des plaques de 8 à 7 ou à 6 valves, mais cette structure très spécialisée l'est beaucoup plus,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

semble-t-il, que celle de la valve unique d'*Orthonychia*. Le groupe actuel des Amphineures Aplacophores ne présente pour tout squelette que des spicules, mais son organisation interne ne comprend que 2 branchies : tout se passe comme si c'étaient des formes dégénérées du fait de leur vie parasite à partir de types évolués.

Ainsi, bien que pourvus d'une anatomie simple, les Amphineures connus jusqu'à présent paraissent plus différenciés que les Gastéropodes primitifs et dans un sens bien distinct.

Faut-il en conclure qu'Amphineures et Gastéropodes sont issus de formes holobranches dont le manteau sécrétait une coquille ou des spicules susceptibles de donner une ou plusieurs valves et de s'orienter ainsi vers l'une ou l'autre classe ?

2. Très proche d'*Orthonychia*, le genre *Platyceras* s'en distingue par l'enroulement du début du tube formant la coquille. Cet enroulement est dû au retard d'accroissement de l'un des bords de l'ouverture. Aussi les sinus disparaissent-ils du côté de la spire et avec eux les branchies auxquelles ils correspondraient. Plusieurs espèces sont assez bien conservées pour qu'on y distingue, du côté opposé à la spire, une ornementation sinueuse très voisine de celle d'*Orthonychia* : c'est le cas de

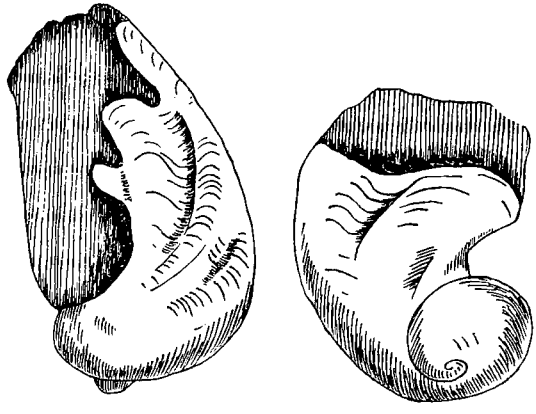


FIG. 4. FIG. 5.

FIG. 4-5. — *Platyceras formosum* BARRANDE, d'après les fig. 3 et 4 de la planche XII du Mémoire de Perner (7).

Platyceras formosum BARRANDE (pl. XII, fig. 3-4), du Gothlandien Ee_2 de Bohême, dont la spire est franchement dissymétrique, presque comme un *Platyostoma* ; des sinus assez nombreux sont conservés à la partie supérieure du tour et un seul

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

à sa partie inférieure (fig. 4-5). Au Carbonifère, *Capulus angyostomus* de Koninck (pl. XLV, fig. 23-26) possède une spire plane, à peu près symétrique, portant des sinus très profonds. Des formes analogues, assez nombreuses, ont été décrites par Hall dans le Dévonien des États-Unis.

Platyceras Menchikoffi nov. sp. (fig. 6-7). — Un échantillon récolté dans le Dévonien supérieur à *Spirifer Verneuili* du pied

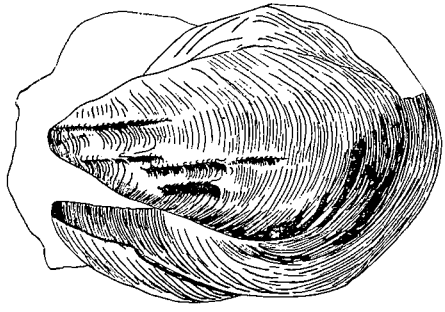


Fig. 6.

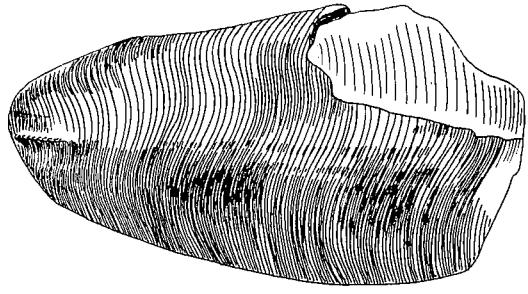


Fig. 7.

Fig. 6-7. — *Platyceras Menchikoffi* nov. sp. (× 2).

de la falaise de Maden Yahia par N. Menchikoff possède un test très bien conservé permettant de suivre une évolution : d'abord à peu près lisse, le tour s'orne bientôt de deux bandelettes sinusaires, limitées par les points d'inflexion des stries d'accroissement symétriques par rapport au plan d'enroulement. Ces deux bandelettes s'effacent bientôt tandis qu'en apparaissent deux autres, toujours du côté opposé à la spire, qui s'effacent ensuite. La dernière partie du tour ne comporte plus que deux sinus larges et peu profonds.

Dans le Dévonien des États-Unis (Helderbergien-Erien), Hall

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

a décrit plusieurs espèces de *Platyceras* possédant des bandelettes sinusaires qui apparaissent ou disparaissent inopinément (t. VI, vol. 3, p. 309). Dans le Carbonifère de la même région J. Brookes Knight, à propos d'*Orthonychia parva* Swallow dont le début de la spire, enroulé, rappelle le genre *Platyceras*, a décrit un embryon lisse portant une échancrure labiale ; l'adulte possède un péristome arrondi, déformé par la fixation (p. 163, pl. XXV, fig. 1, pl. XXVI, fig. 1).

Si l'on continue de donner aux sinus de *Platyceras* la même valeur qu'à ceux d'*Orthonychia*, on est conduit à admettre une modification de l'appareil branchial au cours du développement. Chez les Chitonidés actuels, le nombre des branchies subit, d'après Pelseneer, d'importantes variations individuelles. Mais, dans le cas de ces *Platyceras* dévoniens, la transformation se fait sur un même échantillon, passé le stade embryonnaire. Toutefois, quand il n'y a plus que deux sinus arges et peu profonds, on ne peut admettre qu'un seul centre branchial, même si celui-ci comprend plusieurs individus, plusieurs cténidies.

Au Carbonifère, les *Platyceras* possédant des sinus accentués sont rares et le type le plus fréquent présente d'un bout à l'autre du tour deux sinus symétriques par rapport au plan d'enroulement. C'est le cas, par exemple, de *Capulus contortus* de Koninck (pl. XLV, fig. 7-10).

Cette disposition a pu se modifier légèrement comme dans l'espèce carbonifère *Capulus ornatus* de Koninck (pl. XLV, fig. 15-18) où, la dissymétrie s'accentuant, le sinus supérieur opposé à la pointe se rapproche du bord columellaire et tend à occuper

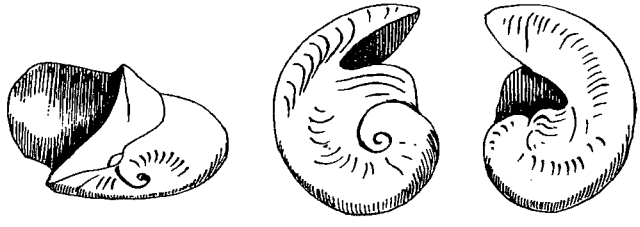


Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10.

Fig. 8-9-10. — *Platyceras ornatus* de Koninck, d'après les figures du mémoire original (2).

l'angle siphonal (fig. 8-10). Ici, comme chez les *Platyostoma* plus anciens, le sinus inférieur conserve sa place, subdivisant le bord labial en deux parties inégales ; il est situé dans un sillon et non sur une côte comme chez *Orthonychia*. Chez *Capulus ornatus*, il

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

s'en faut de peu que ce sinus occupe la place de la gouttière pariéto-labiale des Gastéropodes plus évolués. Ainsi, les sinus, perdant leur rôle interbranchial, semblent continuer à posséder une valeur dans le mécanisme d'irrigation des branchies : on sait, en effet, que par la région siphonale se fait l'entrée du courant d'eau qui doit passer sur les branchies avant de s'écouler par la gouttière pariéto-labiale. L'étude de l'entaille supra-suturale des familles du Groupe III nous avait amené à une conclusion semblable.

A côté des *Platyceratidae* à 2 sinus, il faut mentionner les *Euomphalidae*, Gastéropodes fossiles dont l'enroulement est beaucoup plus strict que celui des *Platyceratidae* et qui présentent des sinus au labre et au plafond. *Platyceras* et *Platyostoma* paraissent tendre souvent vers ce type.

Convergence des résultats précédents et d'une classification basée sur l'orientation des stries d'accroissement.

L'étude des *Platyceratidae* amène à penser qu'à partir d'un type capuliforme holobranche ont pu se différencier les deux premiers groupes de la classification des Gastéropodes (**16**).

Le Groupe I qui comprend, à côté de ces types primitifs, des formes à un ctenidium dont la coquille peut encore présenter des restes de symétrie bilatérale. Les stries sont obliques de gauche à droite.

Le Groupe II qui contient les familles possédant deux ctenidia, pouvant perdre l'un d'eux par l'enroulement dissymétrique de la spire. Ce sont les coquilles à sinus unique situé dans le plan d'enroulement (*Fissurellidae, Bellerophontidae*, *Pleurotomariidae*). C'est une différenciation très ancienne des coquilles capuliformes archaïques.

Dans ces deux cas, l'enroulement de la coquille et l'acquisition d'une vie non sédentaire paraissent être des facteurs liés à la réduction du nombre des branchies. Les *Platyceratidae* étaient fixés. Quand les sinus ont dégénéré jusqu'à simuler une échancrure siphonale et une gouttière pariéto-labiale, tandis que la spire se faisait plus serrée, le péristome devenait beaucoup moins adaptable au relief du support. Ces Mollusques semblent alors être devenus plus mobiles, comme ont dû l'être les *Euomphalidae*, dans le sens des *Solarium* actuels.

Le Groupe III à stries obliques de droite à gauche se différenciera à partir du Groupe II et ne contiendra que des monobranches.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Différenciations ornementales des *Platyceratidae*.

L'ornementation des coquilles capuliformes et plus spécialement des *Platyceratidae*, abstraction faite des variations dues à la présence des sinus, est analogue aux types ornementaux des *Neritidae*. C'est toujours une ornementation simple.

Elle est souvent lisse dans les deux groupes. Des lamelles d'accroissement saillantes, recoupées par des cordons longitudinaux, sculptent le test de certains *Platyceras* comme celui de *Pileolus*, Néritidé à symétrie bilatérale et à allure de Patelle. Les épines creuses du Néritidé *Clithon* sont toujours situées sur des sinus secondaires analogues à celui des *Neritotoma* jurassiques. Tous les *Platyceras* connus sous le nom de *Spinosi* de Koninck

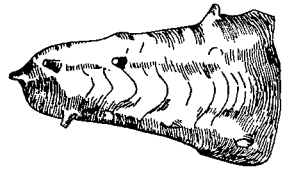


Fig. 11. — *Platyceras spinescens* de Koninck, du Carbonifère de Tournai (× 2) est typiquement du groupe des *Spinosi*.

au Dévonien et au Carbonifère (fig. 11) ont une ornementation analogue. Dans le Dévonien américain, des espèces très voisines des précédentes sont pustuleuses comme bien des *Nerita*.

Cette analogie semble en faveur de la parenté des deux familles, bien que J. Brookes Knight les fasse descendre séparément des *Trochoturbinidae* et se refuse à admettre ce lien en raison de l'absence d'opercule et de columelle chez les *Platyceratidae*. En ce qui concerne la columelle, il est facile de voir qu'elle ne peut exister que lorsque la spire possède des tours jointifs ; d'autre part, nombre de coquilles capuliformes fossiles et actuelles possèdent un septum interne qui tend vers la position columellaire dès un début d'enroulement. Quant à l'opercule, j'ai déjà émis l'hypothèse, lors de l'étude du genre *Calliomphalus*, d'une évolution dans la nature de cette pièce ; presque toutes fixées par leur pied, les coquilles capuliformes n'ont guère besoin d'opercule : seuls les *Hipponycidae* fournissent un disque pédieux de même nature. On peut admettre toutefois que les *Neritopsidae*, moins évolués, ont servi d'intermédiaires.

D'autres familles encore semblent dériver, par leur ornementation, des coquilles capuliformes primaires : ainsi les genres

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Prosigaretus PERNER et *Strophostylus* HALL paraissent voisins de *Naticidae*. Toutefois, il serait aventuré de dire que toutes les familles placées par leur stries d'accroissement dans le Groupe I, ont précisément la même origine.

Reste la question des coquilles capuliformes connues après l'ère primaire. Sont-elles comparables aux *Platyceratidae* ou dégénérées à partir de familles plus évoluées ? On doit, je crois, s'en tenir à la seule observation des faits en constatant simplement que le genre actuel *Capulus* ne possède qu'une branchie et que *Patella*, qui semble avoir perdu une branchie vraie, possède des multiples branchies dites de néoformation.

BIBLIOGRAPHIE

1. 1847-79. HALL (James). Geological Survey of New York. Paleontology.
2. 1883. DE KONINCK (L.-G.). Faune du calcaire carbonifère de la Belgique II. 4e partie.
3. 1888. KEYES (C. R.). On the Attachment of *Platyceras* to Palaeocrinoids and its Effects in modifying the Form of the Shell. *Proc. Am. ph. soc.*
4. 1889. KOKEN (E.). Ueber die Entwickelung der Gastropoden vom Cambrium bis zur Trias. *Neues Jahrb. f. Min.* Beil. band VI.
5. 1890. KEYES (C. R.). Synopsis of american carbonic *Calyptraeidae*. *Proc. Ac. Nat. Sc. Philadelphia*.
6. 1902. BOUVIER (E.-L.) et FISCHER (H.). L'organisation et les affinités des Gastéropodes primitifs d'après l'étude anatomique du *Pleurotomaria Beyrichi*. *Journ. de Conch.*, L, pp. 117-272.
7. 1903. PERNER (Jaroslav). Système silurien du centre de la Bohême, par Joachim Barrande. Ire partie, Recherches paléontologiques, vol. IV, t. I.
8. 1903. SARDESON (Frederick W.). The Phylogenic Stage of the Cambrian Gastropoda. *Journ. of Géol.*, XI, p. 469-492.
9. 1906. PELSENEER (Paul). A Treatise on zoology edited by E. Ray Lankester, Part. V. Mollusca.
10. 1912. ORTON (J.-H.). The Mode of Feeding in *Crepidula*, with an Account of the Current, producing Mechanism in the Mantle Cavity, and some Remarks on the Mode of Feeding in Gastropods and Lamellibranchs. *Journ. Mar. Biol. Ass., IX*.
11. 1920-21. COWPER REED (F. R.). A monograph of the british Ordovician and Silurian Bellerophontacea. *Palaont. Soc.*, 1918-19.
12. 1920. PELSENEER (Paul). Les variations et leur hérédité chez les Mollusques. *Mém. Ac. R. de Belgique*, 2e série, t. V.
13. 1934. BROOKES KNIGHT (J.). The Gastropods of the Saint-Louis, Mis-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

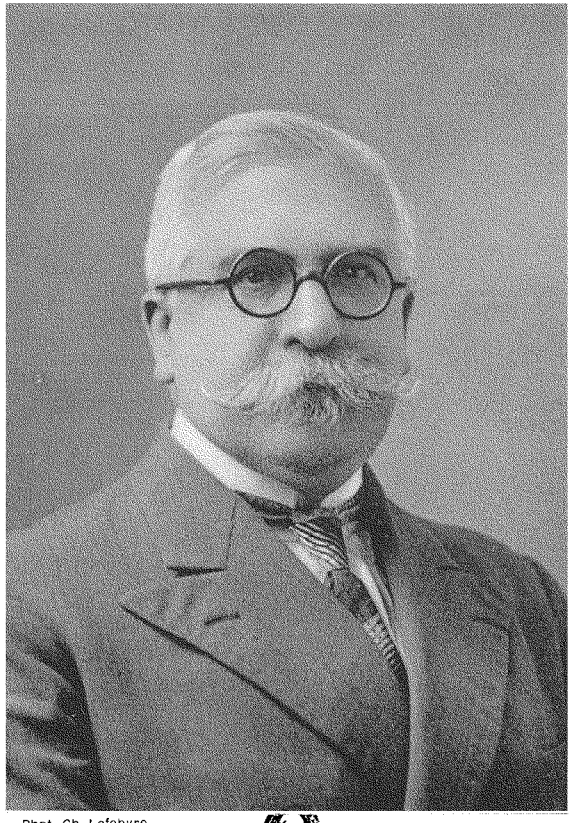
souri Pennsylvanian outlier : VII, The Euomphalidae and Platyceratidae. *Journ. of Pal.*, vol. VIII, n° 2, p. 139-166.

14. 1935. Pelseneer (Paul). Essai d'Ethologie zoologique d'après l'étude des Mollusques. *Ac. R. de Belgique*.

15. 1938. Wenz (W.). Gastropoda. *Handb. d. Palaeozool.* Bd. 6, L, I, 3.

16. 1939. Delpey (Geneviève). Les Gastéropodes mésozoïques de la région libanaise. *Notes et Mém. Sect. Et. Géol. Haut. Comm. Rep. Franç. Syrie et Liban*, t. III.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC



Phot. Ch. Lefebvre

B.F.

LÉONCE JOLEAUD
1880-1938

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

LÉONCE JOLEAUD
1880-1938

PAR **Paul Lemoine** [1].

UN PORTRAIT.

Léonce Joleaud est né le 8 novembre 1880, à Vincennes (Seine). Son père, Alexandre Joleaud, qui y était alors professeur à l'École d'Administration Militaire, termina sa carrière militaire comme intendant colonel ; c'était un de ces grands amateurs de Sciences Naturelles, comme il n'en existe plus guère, qui s'intéressait à toutes les Sciences et même aux Arts, et qui était un véritable encyclopédiste. Plus spécialement zoologiste et géologue, il a publié de nombreux travaux qui font autorité.

A certaines de ces recherches, Léonce Joleaud a été associé dès sa prime jeunesse, et les conversations paternelles contribuèrent, sans aucun doute, à lui procurer cette érudition profonde et quasi-universelle qui restera la caractéristique de son œuvre.

Les vicissitudes de la carrière militaire de son père l'amenèrent à vivre enfant, d'abord en Corse, voyageant d'Ajaccio à Bonifacio, y recueillant des fossiles, puis en Afrique du Nord, à Bougie, à Biskra, à Batna, à Constantine, à Tunis.

Il était donc naturel que Léonce Joleaud fût un enthousiaste des Sciences naturelles. Il les aimait pour elles-mêmes et non par métier. Il était un amateur éclairé avant de devenir un professionnel.

A peine licencié ès sciences, il termina et mit au point ses travaux sur la *Géologie* et la *Paléontologie du Comtat-Venaissin*, dont Louis Gentil (450) a pu dire que, « à eux seuls », ils pouvaient retenir l'attention de la Commission des Prix de la Société Géologique. Je me rappelle mon ami Joleaud arrivant au Laboratoire de Géologie de la Sorbonne et apportant à Haug (1905-1906) le manuscrit de son beau mémoire, résultat de longues courses sur le terrain et d'études dans le petit laboratoire privé de son père. Certains assistants de la Sorbonne conçurent une jalousie terrible à la seule annonce de ce travail que l'Académie de Vaucluse fit imprimer quelques mois après.

1. Notice lue à la séance du 5 juin 1939.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Il connut ainsi l'âpreté de la lutte dès le début de sa carrière scientifique.

Joleaud partit ensuite en Algérie et y commença l'étude de la région de Constantine. Plus de 25 notes préliminaires et 2 cartes géologiques au 50.000e (Smendou et Sidi Dris) précédèrent et préparèrent la publication de sa thèse de doctorat ès sciences sur *la Chaîne numidique et les Monts de Constantine* (1912).

Sa thèse fut discutée et démolie dans les couloirs avant qu'elle ne fut parue. Il en résulta que, fait à peu près unique dans l'histoire de la Géologie, la thèse de Joleaud ne fut pas reçue avec la mention très honorable.

Dans la « Géographie » qui était alors un périodique très apprécié, j'exprimai à ce moment, mon indignation. Je ne vous dirai pas quelles explications j'eus avec mon maître, M. Haug, à la suite de la publication de cette analyse. Il faut croire qu'elles eurent sur lui une certaine influence, puisque cinq ans après, en 1917, il choisit comme maître de conférences à la Sorbonne, celui dont, en 1912, il avait si fortement discuté la thèse.

Il est vrai que dans l'intervalle, d'autres avaient reconnu toute la valeur de la thèse de Joleaud qui avait eu un seul défaut, celui de rompre avec certains dogmes géologiques alors admis et imposés en Géologie algérienne, et la thèse de Joleaud fut honorée à la Société Géologique qui lui décerna le prix Viquesnel. Beaucoup d'auteurs de thèses ayant eu la mention « très honorable » n'ont jamais eu cet honneur, si apprécié, parce qu'attribué par des pairs. Ce mémoire reste encore aujourd'hui à la base des recherches qui renouvellent enfin nos connaissances géologiques sur l'Afrique du Nord. Il a ouvert la voie aux travaux de Deleau, de Flandrin, de Glangeaud, de Laffitte, etc., qui ont contribué à faire cesser l'isolement géologique de l'Algérie et à intégrer sa stratigraphie générale dans la stratigraphie mondiale.

Les travaux de Joleaud s'étaient multipliés sur cette région ; ils furent brutalement interrompus par la guerre.

Au moment de la mobilisation, Joleaud était lieutenant de réserve au 157e régiment d'Infanterie. Fils, petit-fils et arrière-petit-fils de militaires, il le rejoignit avec joie ; il fit tout son devoir, plus que son devoir, car il aimait le métier militaire, comme il aimait tout ce à quoi il s'adonnait.

On apprit un jour de 1915 qu'il avait été, pour la deuxième fois, grièvement blessé, le 30 septembre 1915, à l'attaque d'Arras, dans la carrière de Souchez, et, que transporté à l'ambulance, il était considéré comme perdu. Il fut d'ailleurs décoré sur son lit

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

de souffrance, j'allais dire sur son lit de mort. Mais sa volonté de vivre était plus forte que tout. Il ne voulut pas être amputé et il entreprit de guérir. Transporté dans un hôpital provisoire de Paris, à l'Hôtel Ritz, il s'y soigna et c'est à sa sortie de l'hôpital que Haug lui offrit en 1917, la suppléance de Louis Gentil, puis en 1918, la maîtrise de conférences de Paléontologie de la Sorbonne.

Il n'était pas guéri cependant ; atteint dans toutes les parties de son corps, il souffrait terriblement ; il apprit à écrire de la main gauche malgré que ce membre fut blessé, tandis qu'il essayait de rééduquer sa main droite qu'un rigide bandage en cuir devait soutenir constamment.

Il aurait pu se cantonner dans une vie tranquille à Paris et se consacrer uniquement à son enseignement. Mais il estimait que son rôle de géologue n'était pas terminé ; au cours de missions successives, il alla voir le Vénézuela et la Colombie, puis Madagascar, et il ne se passait pas d'années sans que son pays préféré, l'Afrique du Nord, ne reçût sa visite, parfois la Tunisie, souvent l'Algérie, toujours le Maroc, où il avait même pris des intérêts.

A Paris, son activité était prodigieuse ; outre ses cours à la Sorbonne, à l'Institut d'Ethnologie, à l'École Normale Supérieure de Fontenay-aux-Roses (depuis 1919), il était membre, et même membre assidu de presque toutes les Sociétés Savantes.

A la Société Géologique où on n'est pas rééligible dans les mêmes fonctions, il a assuré la gestion de tous les postes, secrétaire, archiviste, trésorier, vice-président, président (1928) et de ce fait n'a pas quitté le Conseil de la Société. Il en connaissait toutes les traditions et tous les besoins et lui a rendu des services éminents. Même dévouement à la Société Zoologique dont il fut président en 1934 et à la Société des Africanistes ; comme vice-président (1933) il en assura de 1933 jusqu'à sa mort, la présidence effective, le général Gouraud, président, étant le plus souvent empêché d'assister aux travaux de cette compagnie.

Pour assurer la liaison entre les naturalistes de toutes disciplines, nous avons créé ensemble en 1924 la Société de Biogéographie, qui a pris depuis un essor considérable. Nous tenions tous deux à montrer quel rôle la Géologie pouvait jouer dans l'explication de la répartition géographique des formes vivantes actuelles. Nous avons publié en collaboration des mémoires sur la Corse et je crois qu'à tous les autres volumes des Mémoires de la Société de Biogéographie il a donné sa collaboration.

C'est que sur le monde entier Joleaud savait tout ; il avait à

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

peu près tout lu ; sa bibliothèque personnelle était tellement riche qu'elle a été intégralement acquise par le Musée de l'Homme. Il aurait pu professer dans un très grand nombre de chaires d'Enseignement supérieur. On lui a souvent reproché d'avoir publié dans des directions très divergentes. Dans notre siècle de spécialisation à outrance, il paraît que c'est impardonnable ! Il faut cependant que de temps à autre des hommes de culture supérieure, comme Joleaud, voient l'ensemble des phénomènes, de quelque discipline qu'ils relèvent, et essaient de les synthétiser.

Ces essais de synthèse paléobiologiques, il les a tentés dans un article (379) de l'Encyclopédie française, paru fin 1937 et il avait préparé un atlas de 100 cartes paléobiologiques (381) qui était assez avancé à sa mort pour que sa terminaison matérielle puisse être assurée par les mains pieuses de celle qui lui avait consacré sa vie, de M^lle^ Jeanne Joleaud, sa sœur, que je salue respectueusement ici.

Léonce Joleaud fut terrassé par une congestion pulmonaire, suivie d'une pleurésie. A cause de ses blessures de guerre, on ne put le soigner comme un malade normal et on dut le transporter au Val-de-Grâce. Je l'y vis la veille de sa mort. Il était heureux de se retrouver dans un hôpital militaire, où un malade n'est pas un numéro, mais l'officier « Un tel ». Il se sentait déjà mieux, et je crois qu'il espérait de ce séjour un second miracle, mais celui-ci ne se produisit pas et c'est au Val-de-Grâce que le 15 avril 1938, s'éteignit le Capitaine Joleaud, professeur à la Sorbonne.

L'ŒUVRE SCIENTIFIQUE DE LÉONCE JOLEAUD

L'œuvre scientifique de Léonce Joleaud est tellement considérable que pour l'exposer, il est nécessaire de la grouper par matières.

I. Afrique du Nord.
II. Provence.
III. Madagascar.
IV. Amérique du Sud,
V. Quaternaire et Préhistoire.
VI. Paléontologie.
VII. Biogéographie.
VIII. Divers.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

I. *Afrique du Nord.*

Déjà parfait connaisseur des grandes lignes de la géologie de l'Afrique du Nord, Joleaud choisit en connaissance de cause sa région de thèse : la région de Constantine à la limite des deux grandes zones tectoniques de l'Algérie, l'Atlas tellien — (avec ce qu'il a appelé les plis numidiens subparallèles) et l'Atlas saharien (à rides avec plis aurasiens). La Société Géologique, au cours de sa session extraordinaire de 1924, a reconnu sur place l'exactitude des faits observés et des interprétations données.

Joleaud restera celui qui a commencé à renouveler toutes nos idées sur la stratigraphie des terrains secondaires d'Algérie que les travaux anciens avaient laissée un peu confuse, faute de recherches méthodiques de fossiles et d'une analyse serrée de ceux qui ont une valeur stratigraphique ou paléogéographique et peut-être aussi à cause des idées préconçues que Ficheur, jusqu'à la fin de sa vie, imposa aux géologues algériens, se réservant personnellement l'étude des régions où l'on aurait pu trouver des faits intéressants.

C'est ainsi qu'aucun géologue de ma génération, ni Jean Boussac, ni Robert Douvillé, ni moi-même, n'avons pu choisir un terrain de thèse en Algérie.

C'est à Joleaud (thèse 1912, n° 25) qu'on doit la première figuration de fossiles triasiques nord-africains (*Myophoria*, *Hœrnesia*). On sait que cette découverte du plus haut intérêt avait été faite lors de la Réunion Extraordinaire de la Société Géologique en 1896.

Je ne puis citer ici que quelques-uns des faits qu'il a mis en évidence. Je rappellerai seulement qu'il a été le premier à distinguer dans le Nummulitique de la région de Constantine deux séries parallèles, l'une de mer profonde, l'autre formée en zone néritique. Les résultats de travaux de Flandrin ont montré depuis, que ces deux mers ne communiquaient probablement pas entre elles.

De même, il a mis de la clarté dans nos connaissances sur le Néogène et il a montré que le « Cartennien » des anciens géologues algériens groupait deux étages : Burdigalien et Helvétien, tandis que l'Helvétien de Pomel était en réalité du Tortonien.

Il était naturel qu'il étudiât le Pliocène et le Postpliocène, dont l'étude l'avait déjà préoccupé en Provence. Il effectua une grande partie de ses recherches en collaboration avec Depéret.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Il a reconnu le Villafranchien (à *Elephas meridionalis*) et a prouvé sa liaison avec les alluvions de la terrasse de 200 m.

Dans un travail en collaboration avec Depéret (167), il a indiqué que le Sicilien serait représenté par les alluvions de la terrasse de 100 mètres.

L'exploration de la grotte de Bougie lui a fourni la preuve de l'existence d'une vaste plate-forme sous-marine analogue à celle que Marcellin Boule a mise en évidence au large des grottes de Baoussé-Raoussé (Alpes-Maritimes), et sur lesquelles pouvaient évoluer de grands animaux.

D'ailleurs, toute la Géologie du Quaternaire d'Algérie a fait l'objet de sa part d'une série d'études. L'œuvre est tellement vaste qu'il faut se reporter à sa « Notice » de 1927 (446) et à ses notes originales.

Il n'a guère abandonné l'étude de cette région où il retournait constamment et où il procédait au levé des cartes géologiques détaillées au 50.000e :

4. — Smendou (F. 52).
17. — El Aria (F. 74).
24. — Sidi Dris (F. 51).
49. — Philippeville (F. 14).
65. — Saint-Charles (F. 31)
95. — Penthièvre (F. 33).
96. — Mondovi (F. 34).
100. — Le Khroub (F. 97).

et le couronnement de ses recherches fut la publication des deux cartes d'ensemble au 500.000e : Constantine Nord et Constantine Sud (n° 101).

Mais très vite notre collègue étendit ses recherches à toute l'Afrique du Nord, aux confins de la Tripolitaine, Tunisie, confins orano-algériens, Maroc, et même Sahara, d'abord en collaboration avec Louis Gentil, puis seul.

Avant la guerre, il avait peu publié sur la *Tunisie* (13, 14, 29, 35); à peine remis de ses blessures, il s'y rend en 1917 (40), pour continuer à servir par la Science la Patrie.

Ce sont surtout des notes de tectonique (42, 43, 50, 61) qu'il apporte, puis des travaux de Géologie appliquée sur des mines de plomb (86, 87, 88, 92), sur la potasse (91), sur les mines, en général (59, 68, 90, 94), sur les phosphates (63), sur un crocodile des phosphates (75) et sur une série de sujets divers (51, 56, 57, 58, 72). Sa dernière note sur ce pays date de 1929.

Simultanément, il se mettait à l'étude du Maroc, en 1918 ; là

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

aussi, il débute par des notes de tectonique (44, 45, 47, 48, 52) et s'occupe bientôt de questions minières (phosphates, 63, mines, 85); mais très vite il revient à la Science pure (62, 69, 70, 71, 80, 89, 93), avec une note d'ensemble sur la Paléogéographie du Maroc (81), étendant même en 1935 ses recherches au Sahara marocain (97, 360), se reliant ainsi à l'une de ses plus anciennes notes, celle sur le Rio de Oro (5).

II. *Provence.*

Les études stratigraphiques sur le Comtat Venaissin ont mis au point toutes nos connaissances sur la stratigraphie de cette région et ont servi de base aux travaux qui ont été poursuivis depuis dans d'autres régions.

La tectonique de la Basse-Provence a fait l'objet d'études tantôt seul, tantôt en collaboration avec P. Termier (nº 115-120); mais les hypothèses de travail formulées (*Nappe de Suzette*) pour relier les observations, n'ont pas été adoptées par la Société Géologique lors de sa Réunion extraordinaire.

Il n'en reste pas moins vrai que des séries de faits très importants ont été observées à cette occasion.

Ses conclusions sur l'Histoire de la Durance, et de l'Étang de Berre, admirablement résumées dans sa notice de 1937, sont d'autant plus intéressantes qu'elles s'appuient sur l'étude des anciens rivages, actuellement sous-marins, de la Méditerranée.

III. *Madagascar.*

Joleaud fut chargé, en même temps que M. Léon Bertrand, d'une mission ayant pour but d'étudier les gisements bitumineux d'âge triasique et éventuellement les possibilités de recherches de pétrole dans la Grande Ile. Ils ont montré que les grès bitumineux du pays sakalave sont le résidu d'un ancien gîte de pétrole où l'allure lenticulaire des imprégnations est encore discernable. Mais une partie des hydrocarbures les moins lourds sont demeurés en profondeur et alimentent encore des venues superficielles de liquide. En d'autres points l'allure lenticulaire des imprégnations est encore discutable. Là où le Trias est protégé par une couverture sédimentaire, il est possible qu'on puisse trouver du pétrole. En tous cas, ces grès bitumineux seront nettement exploitables, le jour où un chemin de fer desservira le gisement (nºs 123 à 126, 128, 129, 131, 139, 143).

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Pendant ce voyage, la science pure n'avait pas perdu ses droits aux yeux de Joleaud.

Il étudia quelques Mammifères éteints ou rares (130) et se préoccupa de la Biogéographie de la Grande Ile (133, 134).

IV. *Amérique du Sud.*

Une mission d'études pétrolifères (1925-1926) donna à Joleaud l'occasion d'étudier la géologie de la Colombie et par conséquent de s'intéresser à tout ce qui concernait l'Amérique du Sud.

Il lui est apparu que la Colombie caraïbe est une zone de virgation des plissements andins enserrant un noyau hercynien. Il y a étudié les terrains néogènes.

Un des faits les plus frappants notés par Joleaud au cours de sa mission en Colombie est l'abondance de *Squales d'eau douce* (*Trygon*) dans les lacs (cienoyos), dans les marais et dans tous les cours d'eau, aussi bien les affluents de l'Amazone et de l'Orénoque que les petits fleuves côtiers.

V. *Quaternaire et Préhistoire.*

Joleaud s'est toujours beaucoup intéressé aux problèmes relatifs au Quaternaire et aux questions de préhistoire et même de folklore.

Il a professé pendant plus de dix ans à l'Institut d'Ethnologie un cours de Géologie des temps quaternaires et de Paléontologie humaine, qui n'a son analogue nulle part en France. Une grande partie de l'œuvre de ces dernières années se réfère aux préoccupations et aux recherches correspondant à cet enseignement et Joleaud allait publier au printemps 1939 un ouvrage sur « Les temps préhistoriques » qui sera prochainement édité (257).

Aussi, il est souvent difficile de distinguer dans la multitude de notes publiées par Joleaud sur ces questions dans les périodiques les plus variés, ce qui est une analyse de travaux d'autres savants et ce qui est son œuvre propre, car constamment il émaille d'une idée nouvelle l'exposé d'un fait, et éclaire toute une question d'un jour nouveau, grâce à son érudition profonde.

L'un des problèmes qui, dans ce domaine, l'a préoccupé est celui de la domestication en général (174, 185, 247), et plus particulièrement de celle du Daim (176), du Furet (178), des Bœufs, Chevaux et Chameaux (177).

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Une autre est l'étude des Mammifères quaternaires qui lui a permis de reconstituer l'état et le climat du Sahara à cette époque. Il a montré la persistance très tardive d'animaux de milieux humides (Hippopotames, Éléphants, Rhinoceros, Sangliers, etc.). Le dessèchement intégral de cette région est un phénomène préparé dès le Quaternaire par une succession d'étapes de décroissance de l'humidité ; il explique le développement de la Magie et du rite de l'eau dans l'Afrique du Nord (210, 211, 213, 216, 217, 218, 223, 231, 235, 239). Il y a là des pages auxquelles on se référera forcément dans l'avenir.

Je signalerai surtout un travail synthétique très important qui a passé trop inaperçu sur le non-synchronisme des civilisations avec les phénomènes géologiques compteurs de temps. Ce mémoire complète ceux de notre collègue Dubois, professeur à Strasbourg, sur les civilisations nordiques, et dans un livre récent, Furon [1] a pu donner un tableau fort impressionnant résumant les faits mis en évidence par Joleaud, Dubois et quelques autres savants.

VI. *Paléontologie.*

Maître de conférences de Paléontologie, puis professeur à la Sorbonne, Joleaud a publié relativement peu de travaux relatifs à la Paléontologie pure. Mais il se tenait remarquablement au courant des progrès de cette science ; c'est ainsi qu'il a publié de 1918 à 1922 la revue des travaux relatifs à la Paléontologie.

En 1923, il a écrit ses « Éléments de Paléontologie » publiés chez Armand Colin, qui ont été un véritable succès de librairie (1re édition, en 1923-1924 ; 2e édition en 1930-1931 ; 3e édition, en 1938).

Ils comblaient à cette époque une véritable lacune dans la Bibliographie scientifique française. Peut-être les Vertébrés et surtout l'Homme y tiennent-ils trop de place et les Invertébrés sont-ils trop sacrifiés ; on n'a plus en France aucun travail d'ensemble qui soit consacré aux Invertébrés. Il est vrai que les spécialistes en compliquant la nomenclature, au delà de toute limite, ont rendu leur étude impossible. Joleaud avait fait cependant un essai pour combler cette lacune en laissant publier son cours de la Faculté des Sciences, 1re édition, en 1930 ; 2e édit. avec fasc. nouveaux, en 1935).

1. Furon. Manuel de préhistoire. Payot, 1939.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

En dehors de ces publications d'ordre général, il convient de signaler ses travaux sur les Cirripèdes (111, 113, 259, 260), où il a été le collaborateur et le successeur de son père, Alexandre Joleaud ; il a publié des mémoires sur les Hippopotames (121, 269, 270, 276) et les Crocodiliens (75, 289, 294), quelques notes sur les Poissons du Rio de Oro (5), un Reptile fossile du Djebel Nador (20, 21), *Dyrosaurus* de Gafsa (64), les œufs de Dinosauriens (284), les Girafes (310), etc.

VII. *Biogéographie.*

Les recherches relatives à la Biogéographie ont préoccupé Joleaud pendant toute sa vie, puisque sa première note sur cette science date de 1913 aussitôt qu'il fut libéré de sa thèse.

Il y a d'abord une série de publications qu'il a groupées lui-même sous le titre de « Études de géographie zoologique sur la Berbérie », et qu'il a données jusqu'à sa mort à des périodiques très divers. Il se réservait évidemment de revoir et de réunir toutes ces notes et de publier un travail d'ensemble. Il me paraît nécessaire de grouper ici les titres des 21 notes parues à ma connaissance :

I. Cervidés, 316.
II. Bovinés, 317.
III. Hippotraginés, 319.
Rongeurs : I. Sciuridés, 318.
II. Leporidés. A. Lapin, 325.
B. Lièvre, 356.
III. Ctenodactylinés, 327.
Carnivores : I. Mélinés (Blaireaux et Moufettes), 326.
Ruminants : Cervicornes, 343.
Mouflon à manchettes, 346, 348.
V. Gazelles, 355.
VI. Ovins et Caprins, 369.
Insectivores, 347.
Proboscidiens : I. Éléphant d'Afrique, 361.
Périssodactyles : I. Rhinoceros, 362.
Pachydermes : I. Sangliers et Phacochères, 366.
Primates (Magot), 367.
Reptiles : I. Varan du désert, 357.
Les crocodiliens, 365.
III. Naja, 373.
Poissons : I. Silures et Chromidés, 372.
II. Syngnathe algérien, 376.

Mais ce sont surtout les questions de répartition générale des

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

êtres vivants qui ont préoccupé Joleaud. Il a essayé de les traduire sur des cartes ; les premières furent publiées dans la Notice sur ses travaux scientifiques (1927, n° 446) où deux chapitres fort intéressants (pp. 54-59, et pp. 73-75) sont consacrés à l'histoire paléogéographique et paléobiogéographique de l'Afrique du Nord.

Il en a donné d'autres dans les chapitres qu'il a rédigés pour le tome V de l'Encyclopédie française et où il résume et synthétise le résultat de ses recherches sur le monde entier (n^{os} 377, 378, 379).

Il y en a maintenant à l'impression une centaine (n° 381) qui ont été préparées de son vivant et sous ses yeux et auxquelles il manquera toujours un volume explicatif que lui seul pouvait écrire. Au cours de sa dernière maladie, il me disait : « Ce 2^{e} volume, je puis l'écrire, mais il faut que je renonce à toute bibliographie, car il faudrait un 3^{e} volume et de longues recherches pour retrouver les sources de documents que j'ai lus et notés. »

C'est dire l'importance du travail dont M^{lle} Joleaud a tenu à assurer la publication et qui sortira des presses prochainement ; il sera une série inépuisable et fréquemment consultée aussi bien par les géologues que par les zoologistes et les botanistes. Joleaud était, d'ailleurs, préparé à ce travail d'ensemble par une série de notes et de mémoires, où il traitait la biogéographie de toute une région : Golfe du Mexique (323), Corse (331 à 333, 335 à 340) ; Iles Britanniques (352, 353), Pacifique (358, 359, 371), Océan Atlantique et Atlantide (349, 354).

VIII. *Divers.*

On ne pourra s'étonner que dans l'œuvre d'un homme qui s'intéressait à toutes les choses d'ordre scientifique, il y ait des publications qu'on ne puisse ranger que dans une rubrique : « Divers. »

On y trouve d'abord une importante étude (391, 392, 394) sur la théorie de Wegener. Joleaud ne s'est prononcé, ni pour, ni contre, mais il est intéressant de constater qu'il a établi presque toutes ses cartes paléogéographiques sur le fond cartographique habituel, alors qu'il aurait pu l'établir sur des fonds reconstitués suivant les hypothèses wegeneriennes. Il ne l'a fait, à titre d'exemple, que pour deux ou trois, et certainement la comparaison de ces cartes à géographie wegenerienne avec les cartes à géographie actuelle, sera extrêmement suggestive.

J'aurais pu également adopter une rubrique spéciale pour ses travaux de Géologie appliquée, mais ils sont généralement si

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

intimement liés à ses études de Géologie régionale que je n'ai pas jugé à propos d'adopter cette solution.

J'attirerai, cependant, l'attention sur les notes qu'il a consacrées au Pétrole de l'Afrique du Nord (77, 78), de Madagascar (132), de Colombie (147, 395) (voir aussi 405, 410, 412, 415, 419, 422, 427), et à la Potasse (408, 410, 419, 422).

Joleaud ne négligeait pas l'étude du Bassin de Paris dans lequel il dirigeait les excursions de ses élèves de la Sorbonne et de Fontenay-aux-Roses. Nous avons visité ensemble un grand nombre de gisements nouveaux ou mal connus du Montien (390, 409) et il avait commencé, sans avoir pu beaucoup y travailler, la révision de la feuille de Soissons (445).

Mais il a eu le mérite de pousser deux de ses élèves à prendre comme sujet de thèse des monographies relatives à des étages du Bassin de Paris ; c'est ainsi que Farchad [1] a étudié le Thanétien et que Mlle Alimen [2], sa dévouée collaboratrice, à Fontenay-aux-Roses, a publié sur le Stampien un mémoire qui renouvelle toutes nos connaissances et qui fait autorité.

Il convient de citer également les notices qu'il a rédigées sur un assez grand nombre de nos confrères, à l'occasion de diverses circonstances, ou après leur mort :

Brives (413) ; Louis Gentil (402) ; Gsell (431) ; Leenhard (385) ; Paul Lemoine (436) ; Henri Martin (439) ; Alexandre Moret (449) ; Repelin (382) ; Pierre Termier (424) ; Henri Termier (443) ; Armand Thevenin (383) ; Charles Velain (401).

Il faut mettre tout à fait à part celle qu'il a consacrée à Alfred Beaugé (440, 441), directeur de l'Office chérifien des Phosphates qu'il connaissait depuis bien longtemps. Le jour où il l'a lue, il réussit à faire passer chez nous tous un peu de l'émotion qu'il ressentait en remémorant la disparition de son vieil ami.

Puissé-je en faire autant aujourd'hui et adoucir ainsi la grande douleur de sa sœur Jeanne, qui, depuis son adolescence, a sacrifié sa vie propre et s'est exclusivement consacrée à son frère.

1. H. Farchad. Étude du Thanétien du Bassin de Paris. *Mém. Soc. Géol. France*, Paris, 1936, nouvelle série, t. XIII, n° 30, p. 1 à 101, pl. I à VI.

2. H. Alimen. Étude sur le Stampien du Bassin de Paris. *Mém. Soc. Géol. France*, Paris, 1936, nouvelle série, t. XIV, fasc. 1-2-3, feuilles 1 à 38, mém. n° 31, p. 1 à 304, pl. I à VII.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

LISTE DES TRAVAUX SCIENTIFIQUES
DE
LÉONCE JOLEAUD [1]

I. Afrique du Nord. — II. Provence. — III. Madagascar. — IV. Amérique du Sud. — V. Quaternaire et Préhistoire. — VI. Paléontologie. — VII. Biogéographie. — VIII. Divers.

ABRÉVIATIONS

Afric. — *Africanistes.*
Ass. — *Association.*
Avanc. — *Avancement.*
Bull. — *Bulletin.*
C. R. — *Comptes Rendus.*
CR. Acad. Sc. — *Comptes rendus Académie des Sciences.*
C. R. S. — *Comptes rendus sommaires.*
Géogr. — *Géographie.*
Géol. — *Géologie.*
Linn. — *Linnéenne.*
Sc. — *Sciences.*
Serv. — *Service.*

I. — AFRIQUE DU NORD

1 (3). Note sur la géologie de la région de Négrine (Algérie). *C. R. S. Soc. Géol. France*, 3 juin 1907, p. 75.
2 (3 *bis*). Note sur la géologie de la région de Négrine (Algérie). *Bull. Soc. Géol. France*, 4, VII, 1907, p. 263-271, 3 fig.
3 (4). Le cañon de Constantine. *Bull. Soc. Géogr. Alger*, XII, 1907, p. 237-243, 2 pl.
4 (6). **Carte géologique détaillée de l'Algérie au 1/50.000e. Feuille n° 52, Smendou**, et Notice explicative. *Serv. Carte Géol. Algérie*, 1907.
5 (7). Note sur quelques dents de Poissons fossiles du Rio de Oro (Sahara occidental) *C. R. S. Soc. Géol. France*. 16 déc. 1907, p. 150.
6 (7 *bis*). Note sur quelques dents de Poissons fossiles du Rio de Oro

1. Avec le concours de Mlle JOLEAUD, j'ai fait tout ce qu'il était possible pour compléter cette liste, déjà donnée par Joleaud en 1924 et en 1937. Nous avons retrouvé quelques travaux non mentionnés par lui, mais il est impossible d'assurer que nous ayons la totalité des notes publiées, car Joleaud envoyait souvent des articles à des organismes spéciaux, que les géologues connaissent mal.
Le premier chiffre se rapporte à la numérotation adoptée ici, le second à celle que l'on trouve dans les Notices de JOLEAUD. Dans ce cas, les nos bis qui n'existent pas dans ces Notices indiquent la place que la note devrait y prendre.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

(Sahara occidental). *Bull. Soc. Géol. France*, 4, VII, 1908, p. 514-516.

7 (9). Le régime des eaux dans la région de Constantine, in-8, 12 p. *La Mine algérienne, tunisienne et marocaine*, Impr. de l'Indépendant, II, 25 février, 10 et 25 mars, 10 et 25 avril 1908.

8 (10). Sur les terrains crétacés et tertiaires de la région de Constantine (Algérie). *CR. Acad. Sc.*, CXLVI, 1er juin 1908, p. 1181-1182.

9 (11). Sur l'existence d'une nappe de charriage dans le Nord-Est de l'Algérie. *CR. Acad. Sc.*, CXLVII, 7 septembre 1908, p. 480-482.

10 (11 *bis*). Sur l'existence d'une nappe de charriage dans le Nord-Est de l'Algérie. *La Mine*, n° 34, 30 octobre 1908.

11 (12). Esquisse comparative des séries miocènes de l'Algérie et du Sud-Est de la France. *C. R. S. Soc. Géol. France*, 18 mai 1908, p. 97-98.

12 (12 *bis*). Esquisse comparative des séries miocènes de l'Algérie et du Sud-Est de la France. *Bull. Soc. Géol. France*, 4, VIII, 1908, p. 284-294.

13 (13). Sur les faunes de l'Éocène inférieur et moyen du Sud algérien et tunisien. *C. R. S. Soc. Géol. France*, 18 mai 1908, p. 98.

14 (13 *bis*). Sur les faunes de l'Éocène inférieur et moyen du Sud algérien et tunisien. *Bull. Soc. Géol. France*, 4, VIII, 1908, p. 295-297.

15-16 (15). Les tremblements de terre dans la région de Constantine. *La Mine algérienne, tunisienne et marocaine*, III, 15 mars, 1er et 15 avril, 1er juin 1909.

17 (17). **Carte géologique détaillée de l'Algérie au 1/50.000e. Feuille n° 74, El Aria**, et Notice explicative. *Serv. Carte Géol. Algérie*, 1908.

18 (18). Sur l'âge et la nature des plissements les plus récents des Reliefs intérieurs de l'Atlas tellien oriental (Algérie). *CR. Acad. Sc.*, CXLVIII, 22 mars 1909, p. 803-804.

19 (19). Sur la structure de la partie centrale des Hautes Plaines constantinoises (Algérie) (en collaboration avec A. Joly). *CR. Acad. Sc.*, CXLVIII, 26 avril 1909, p. 1128-1129

20 (20). Sur un Reptile fossile du Djebel Nador (Algérie). *C. R. S. Soc. Géol. France*, 17 mai 1909, p. 62.

21 (20 *bis*). Sur un Reptile fossile du Djebel Nador (Algérie). *Bull. Soc. Géol. France*, 4, IX, 1909, paru 1910, p. 274.

22 (22). Sur quelques phénomènes de capture observés dans le bassin du Haut Rummel (Algérie) (en collaboration avec A. Joly). *Ass. Franç. Avanc. Sc.*, XXXVIII, Congrès de Lille, 1909, II, p. 1216-1220.

23 (27). Les sources thermo-minérales de la région de Constantine (Algérie). *Congrès internat. Hydrologie*, VIII, Alger, 1909, p. 1045-1046.

24 (28). **Carte géologique détaillée de l'Algérie au 1/50.000e. Feuille n° 51, Sidi Dris**, et Notice explicative. *Serv. Carte Géol. Algérie*, 1910.

25 (33). **Étude géologique de la chaîne Numidique et des monts de Constantine** (Algérie). *Thèse Fac. Sc. Paris*, Montpellier, Montane, Sicardi et Valentin, in-8, 1912, 438 p., 8 fig., 1 tabl. hors-texte, 8 pl.

26 (38). Histoire géologique de la Numidie. *Bull. Soc. Linn. Provence*, I, 1913, p. 247-252, 5 fig.

27-28 (40). Sur le Nummulitique de la région de Jemmapes (Algérie). *Ass. Franç. Avanc. Sc.*, XLII, Congrès de Tunis, 1912, I, p. 94.

29 (41). Sur l'origine et les variations de teneur des gisements de phosphates de chaux de l'Algérie et de la Tunisie. *Ass. Franç. Avanc. Sc.*, XLII. Congrès de Tunis, 1912, I, p. 94-95.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

30 (43). Les grandes lignes directrices de l'orographie en Numidie. *Bull. Soc. Géogr. Alger*, XVIII, 1913, p. 502-509.

31 (44). Sur la géologie du Djebel Filfila (Algérie). *CR. Acad. Sc.*, CLVIII, 26 janvier 1914, p. 283-285.

32 (48). Compte rendu de l'excursion faite au djebel Ressas par la section de géologie. *Ass. Franç. Avanc. Sc.*, XLII, Congrès de Tunis, 1913, p. 253-256, 2 fig., pl. I-II.

33 (49). Sur la terminaison orientale de la chaîne Numidique (Algérie). *CR. Acad. Sc.*, CLVIII, 20 avril 1914, p. 1130-1132.

34 (51). Sur la tectonique de la Numidie nord-orientale et de la Tunisie septentrionale. *C. R. S. Soc. Géol. France*, 22 juin 1914, p. 144-146.

35 (52). Note préliminaire sur les terrains secondaires et tertiaires de la Numidie nord-orientale et de la Tunisie nord-occidentale. *Ass. Franç. Avanc. Sc.*, XLIII, Congrès du Hâvre, 1914, p. 377-384, 1 fig.

36 (53). Notice géologique sur Hammam Meskoutin (Algérie). *C. R. S. Soc. géol. France*, 4 mai 1914, p. 81-82.

37 (53 *bis*). Notice géologique sur Hammam Meskoutin (Algérie). *Bull. Soc. Géol. France*, 4, XIV, 1914, paru 1916, p. 423-434, 6 fig.

38 (54). Découverte du Valanginien à Ammonites pyriteuses et de l'Albien à Échinides et Ostracés dans le massif du Chettaba, près de Constantine. *C. R. S. Soc. Géol. France*, 8 juin 1914, p. 125-126.

39 (54 *bis*). Découverte du Valanginien à Ammonites pyriteuses et de l'Albien à Échinides et Ostracés dans le massif du Chettaba, près de Constantine. *Bull. Soc. Géol. France*, 4, XIV, 1914, paru 1916, p. 435-440, 1 fig.

40 (59). Sur l'existence des nappes de charriage dans la région de Bizerte (Tunisie) (en collaboration avec Louis Gentil). *CR. Acad. Sc.*, CLXV, 10 septembre 1917, p. 365-367.

41 (60). Sur la découverte d'une lentille de houille en Tunisie (en collaboration avec Louis Gentil). *CR. Acad. Sc.*, CLXV, 15 octobre 1917, p. 506-508.

42 (61). Sur l'extension des nappes de charriage dans la région de Tunis (en collaboration avec Louis Gentil). *CR. Acad. Sc.*, CLXVI, 7 janvier 1918, p. 42-44.

43 (62). Les grandes zones tectoniques de la Tunisie (en collaboration avec Louis Gentil). *CR. Acad. Sc.*, CLXVI. 21 janvier 1918, p. 119-121, 1 fig.

44 (63). Sur l'existence de grandes nappes de recouvrement dans le bassin du Sebou (Maroc) (en collaboration avec Louis Gentil et Maurice Lugeon). *CR. Acad. Sc.*, CLXVI, 4 févr. 1918, p. 217-219.

45 (64). Sur l'extension des nappes de recouvrement du bassin du Sebou (Maroc) (en collaboration avec Louis Gentil et Maurice Lugeon). *CR. Acad. Sc.*, CLXVI, 18 février 1918, p. 290-293, 2 fig.

46 (64 *bis*). 1) Sur le Stampien de l'Algérie occidentale. 2) Sur l'Helvétien marin de l'Algérie occidentale. 3) Sur le Miocène continental de l'Algérie orientale. *C. R. S. Soc. Géol. France*, 4 mars 1918, p. 52-54.

47 (65). Sur l'existence d'une nappe triasique indépendante dans le bassin du Sebou (Maroc) (en collaboration avec Louis Gentil et Maurice Lugeon). *CR. Acad. Sc.*, CLXVI, 18 mars 1918, p. 472-474.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

48 (66). Sur l'âge des nappes prérifaines et sur l'écrasement du détroit sud-rifain (en collaboration avec Louis GENTIL et Maurice LUGEON). *CR. Acad. Sc.*, CLXVI, 15 avril 1918, p. 614-616.

49 (67). **Carte géologique détaillée de l'Algérie au 1/50.000e. Feuille n° 14, Philippeville**, et Notice explicative. Serv. Carte Géol. Algérie, 1914.

50 (68). Sur la structure géologique de la Tunisie septentrionale (en collaboration avec Louis GENTIL). *C. R. S. Soc. Géol. France*, 18 mars 1918, p. 59-61.

51 (69). Sur la géologie des montagnes de Schuiggui, près de Teboursouk (Tunisie). *C. R. S. Soc. Géol. France*, 18 mars 1918, p. 61-62.

52 (71). Les nappes de charriage du bassin du Sebou (Maroc occidental) (en collaboration avec Louis GENTIL et Maurice LUGEON). *C. R. S. Soc. Géol. France*, 10 juin 1918, p. 115-117.

53 (74). Le rocher de Constantine (Algérie). *Ann. Géogr.*, XXVII, 1918, p. 340-356, 1 plan.

54 (77). Les nappes de charriage de l'Afrique du Nord (en collaboration avec Louis GENTIL). *Revue génér. Sc.*, XXIX, n° 19, 15 octobre 1918, p. 533-540, 1 fig.

55 (85). Sur la tectonique des environs de Tlioualet (Oran). *CR. Acad. Sc.*, CLXIX, 27 octobre 1919, p. 728-730.

56 (86). Sur la géologie du Sahel et de l'Extrême Sud Tunisien *C. R. S. Soc. Géol. France*, 24 juin 1918, p. 123-125.

57 (86 *bis*). Sur la géologie du Sahel et de l'Extrême Sud tunisien. *Bull. Soc. Géol. France*, 4, XVIII, 1918, paru 1919, p. 178-201, 1 fig.

58 (94). Le tremblement de terre ressenti en Tunisie le 26 février 1920. *C. R. S. Soc. Géol. France*, 17 mai 1920, p. 101-102.

59 (95). Les richesses minières de l'Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie). *Bull. Soc. Encouragement Industrie nationale*, CXXXII, 1920, p. 417-435, 6 fig., 1 carte.

60 (100). Remarques sur deux Vertébrés néogènes de l'Afrique nord-orientale. *C. R. S. Soc. Géol. France*, 6 décembre 1920, p. 196-198.

61 (111). Sur un forage profond qui démontre l'existence d'une nappe de charriage dans la Tunisie septentrionale. *CR. Acad. Sc.*, CLXXII, 9 mai 1921, p. 1192-1193.

62 (117). Les récents progrès de la géologie au Maroc (à propos de la nouvelle carte au 1/500.000e de Louis GENTIL). *Revue gén. Sc.*, XXXII, n° 24, 30 décembre 1921, p. 741-743, 1 fig.

63 (118). Sur l'âge des dépôts de phosphates de chaux du Sud marocain, algérien et tunisien. *CR. Acad. Sc.*, CLXXIV, 16 janv. 1922, p. 178-181.

64 (119). Sur l'aire de dispersion de *Dyrosaurus*, Crocodilien fossile du Nord-Ouest africain. *CR. Acad. Sc.*, CLXXIV, 30 janvier 1922, p. 306-309.

65 (122). **Carte géologique détaillée de l'Algérie au 1/50.000e. Feuille n° 31, Saint-Charles**, et Notice explicative. *Serv. Carte Géol. Algérie*, 1921.

66 (122 *ter*). La Houille dans le sud-algérien. *Revue scient.*, LX, n° 10, 27 mai 1922, p. 341-342.

67 (125). La structure géologique et les gîtes minéraux de l'Afrique du Nord. *Ass. Franç. Avanc. Sc.*, XLV, Congrès de Rouen, 1921, p. 1569-1586, 3 fig.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

68 (132). La Géologie et l'exploitation des gîtes minéraux de la Tunisie. *Revue coloniale in Revue scient.*, LXI, n° 10, 26 mai 1923, p. 303-307, fig. 148-154.

69 (135). Étude tectonique de la région de Meknès (Maroc) (en collaboration avec A. Beaugé). *Bull. Soc. Géol. France*, 4, XXII, 1922, p. 254-284, 11 fig., pl. IX.

70 (141). Les phosphates du Maroc. I. Stratigraphie et Pétrographie des Ouled Abdoun (Maroc central). *Bull. Soc. Géol. France*, 4, XXIII, p. 172-183, 4 fig., pl. VIII.

71 (141 *bis*). Les phosphates du Maroc. I. Stratigraphie et Pétrographie des Ouled Abdoun (Maroc central). *Revue scient.*, LXII, n° 2, 1924, p. 279-281, fig. 156.

72 (147 *bis*). Sur l'Atlas de l'Algérie et de Tunisie (de Flotte de Roquevaire). *Revue générale Sc.*, XXXVII, n° 12, 30 juin 1926, p. 375.

73 (157). A propos de la fossilisation des restes de Poissons des phosphates nord-africains. *Feuille Natur.*, n. s., XLV, octobre 1924, p. 135-136.

74 (157 *bis*). Les Chemins de Fer au Maroc. *L'Outillage*, n° 2, t. 353, décembre 1924.

75 (159). Un Crocodilien téléosaure gigantesque des phosphates de Gafsa. *Ass. Franç. Avanc. Sc.*, XLVII, Congrès de Bordeaux, 1923, p. 417-419.

76 (160). Réunion extraordinaire de la Société Géologique de France dans l'Algérie orientale, 30 septembre-11 octobre. *C. R. S. Soc. Géol. France*, 1924, p. 196-245, *passim*.

77 (161 *bis*). Le Pétrole dans l'Afrique du Nord. *Revue pétrolifère*, Paris 1925.

Chapitre I, Contrastes physiques, économiques et politiques de l'Algérie, du Maroc et de la Tunisie.

Chap. II, La politique du Pétrole en Algérie, au Maroc et en Tunisie.

Chap. III. Histoire géologique de l'Afrique du Nord, XIX, n° 112, 24 janv., p. 9-15, 1 carte.

Chap. IV. Esquisse structurale de l'Atlas, XIX, n° 113, 31 janv., p. 9-11, 2 fig.

Chap. V. Répartition géographique des gisements hydrocarburés de l'Afrique du Nord, XIX, n° 114, 7 févr., p. 9-11, 3 fig.

Chap. VI. La région de Tliouanet, XX, n° 115, 14 févr., p. 9-11, 4 fig.

Chap. VI (*suite*), XX, n° 116, 21 févr., p. 5-8, 6 cartes paléogéographiques.

Chap. VI (*suite*), XX, n° 117, 28 févr., p. 11-13, 1 carte géol.

Chap. VII. Le Dahra, XX, n° 118, 7 mars, p. 9-10.

Chap. VII (*suite*), XX, n° 119: 14 mars, p. 10-12, 3 fig.

Chap. VII (*suite*), XX, n° 120, 28 mars, p. 13-15.

Chap. VII (*suite*), XXI, n° 122, 11 avril, p. 9-10.

Chap. VII (*suite*) et Chap. VIII. Le Prérif, v. XXI, n° 123, 18 avril 1925, p. 9-10.

Chap. VIII (*suite*), XXI, n° 124, 25 avril, p. 14-16.

Chap. VIII (*suite*), XXII, n° 127, 16 mai, p. 14-15, 1 fig.

Chap. VIII (*suite*), XXII, n° 128, 23 mai, p. 9.

Chap. VIII (*suite*), XXII, n° 129, 30 mai, p. 9-10.

Chap. IX. La Tunisie septentrionale, XXII, n° 130, 6 juin, p. 9-12, 3 cartes paléogéographiques.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Chap. IX (*suite*), XXII, n° 131, 13 juin, p. 13-14.
Chap. IX (*suite*), XXIII, n° 133, 27 juin, p. 9-12, 3 fig.
Chap. IX (*suite*), XXIII, n° 135, 11 juillet, p. 12-14.
Chap. X. La Chebka de Sellaoua, XXIII, n° 139, 1er sept., p. 9-10.
Chap. XI. Le Tell constantinois.
Chap. XII. Tell sétifien et hodnéen, XXIV, n° 140, 13 sept,. p. 22-23, 2 fig.
Chap. XIII. Vue d'ensemble sur la Géologie du pétrole dans l'Afrique du Nord.
Chap. XIV. Les gisements de houille et de lignite dans l'Afrique du Nord, XXIV, n° 143, 17 octobre, p. 11-14, 3 cartes paléogéogr.
Chap. XIV (*suite*).
Chap. XV. La question du pétrole dans l'Afrique du Nord et au point de vue économique et technique, XXIV, n° 144, 24 oct., p. 10-13, 4 fig.
Chap. Bibliographie, XXV, n° 145, 31 oct., p. 9-12.

78 (161). **Le pétrole dans l'Afrique du Nord**. *La Revue pétrolifère*, Paris, in-8°, 1924, 192 pp., 6 pl., 33 fig. (1926).

79 (163). Esquisse tectonique de l'Atlas. *C. R. Congrès Géol. internat.*, XIII, Bruxelles, 1922, p. 873-885, 1 fig.

80 (173). Le régime des pluies et les zones de végétation du Maroc. *La Nature*, LIII, n° 2692, 7 novembre 1925, p. 293-301, 11 fig.

81 (174). La paléogéographie du Maroc. *Revue scient.*, LXIII, n° 21, 14 novembre 1925, p. 728-729, fig. 473-475.

82 (188). **Constantine et l'Algérie orientale.** Géographie physique, Géologie, Biogéographie. *Ass. Franç. Avanc. Sc.*, Congrès de Constantine. Braham in-8, 136 p., 8 fig., 1 pl., 1927.

83 (193). Persistance d'une faune de Vertébrés à faciès mésozoïque au début des temps tertiaires en Afrique. *Ass. Franç. Avanc. Sc.*, Congrès de Lyon, 1926, p. 648-651.

84 (494). La question de l'eau dans le département de Constantine, envisagée au point de vue géologique. *Ass. Franç. Avanc. Sc.*, LVI, Bull. n° 71, juin 1927, p. 25-32.

85 (195 *ter*) Les Mines du Maroc oriental. *Revue scient.*, LXV, n° 15, 13 août 1927, p. 475.

86 (202 *bis*). Rapport sur les gisements du Djebel Touireuf de Sidi Bou Krim et du djebel Taboura. *Exploitations minières en Tunisie*, 28 mai 1928.

87-88 (212 *bis*). Rapport sur la mine de plomb du djebel Touireuf (Tunisie). *Exploitations minières en Tunisie*, 16 février 1929.

89 (213). Quelques traits de la géomorphologie du Maroc atlantique. *C. R. XIVe Congr. géol. internat.*, Madrid, 1926, p. 789-797, 1 fig.

90 (219 *bis*). La géologie et les mines de la Tunisie. *Annales coloniales*, n° 7, juillet 1929, p. 20.

91 (235). La potasse dans le Sud tunisien, *Congr. internat. Mines, Métallurgie, Géol. appl.*, VI, Liége, 1931, Sect. Géol. appliquée ; Sommaire, p. 87, et Compt. rend. p. 391-394.

92 (239). Contribution à l'étude des gisements de plomb de la Tunisie septentrionale. *C. R. XVe Congr. géol. internat.*, Pretoria, 1929, p. 444-445.

93 (240). Transport par le vent de coquilles de Céphalopodes (Spirules) sur les côtes du Maroc. *C. R. S. Soc. Biogéographie*, VIII, n° 61, p. 3-4.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

94 (268). **Algérie et Tunisie** *in* La Géologie et les Mines de la France d'Outre-Mer, p. 1-128, fig. 1-7, pl. 1, Paris, in-8, *Public. Bureau Études Géol. et Min. Colon.*, I, Soc. Édit. Géogr. Marit. et Colon., 1932.

95 (278). **Carte géologique détaillée de l'Algérie au 1/50.000e. Feuille n° 33, Penthièvre**, et Notice explicative. *Serv. Carte Géol. Algérie*, 1933.

96 (323). **Carte géologique détaillée de l'Algérie au 1/50.000e. Feuille n° 34, Mondovi** et Notice explicative. *Serv. Carte Géol. Algérie.*

97 (327). Considérations géologiques sur le Sahara marocain. *Bull. Ass. Franç. Avanc. Sc.*, LXIV, n° 131, juin 1935, p. 129-134.

98 (330). Hydrogéologie de la région de Bône (Algérie). *Congr. Internat. Mines, Métall., Géol. appl.*, VIIe sess., Paris, octobre 1935, Sect. Géol. appliquée. Résumés, p. 170-171.

99 (338). **Étude géologique de la région de Bône et de la Calle.** *Bull. Serv. Carte Géol. Algérie*, 2e série, Stratigraphie, Description régionale, n° 12, 1936, 200 p., 6 fig. dans le texte, 19 fig., 2 tabl. et 4 pl. hors-texte.

A l'impression :

100. **Carte géologique détaillée de l'Algérie au 1/50.000e. Feuille n° 97, Le Kroub**, *Serv. Carte Géol. Algérie.*

101. **Carte géologique de l'Algérie au 500.000e. Feuilles de Constantine Nord et de Constantine Sud**. Texte explicatif.

En collab. avec Savornin et Bétier. Stratigraphie et Bibliographie sommaire, pp. 29-74.

Esquisse structurale et Bibliographie sommaire, pp. 115-128 (avec carte des zones tectoniques au 2.000.000e).

Gisements miniers. Sources thermales et minérales. Carrières, pp. 129-158.

Esquisse hydrogéologique, pp. 159-176.

Voir aussi. Études de Géographie zoologique sur la Berbérie (chap. VII, Biogéographie, n° 311-39).

II. — PROVENCE

102 (1). **Géologie et Paléontologie de la Plaine du Comtat et de ses abords.** Description des terrains néogènes. Fasc. I. Stratigraphie. Paléontologie des Vertébrés. Avignon, Seguin, in-8, 252 p., 2 tabl. hors texte. *Mém. Acad. Vaucluse*, 2 v., 1905-1906, p. 29-82, 197-246, 2 tabl. hors texte, 389-420 ; VI, p. 103-162, 329-385.

103 (2). Découverte de l'Aquitanien marin dans la partie moyenne de la vallée du Rhône *CR. Acad. Sc.*, CXLIV, 11 février 1907, p. 345-347.

104 (5). Sur la présence du Trias dans les montagnes de Gigondas (Vaucluse) et sur les phénomènes de charriage qui s'observent dans ce massif. *CR. Acad. Sc.*, CXLV, 9 décembre 1907, p. 1233-1235.

105 (8). L'Aquitanien dans le Vaucluse, le Gard et les Bouches-du-Rhône. *Bull. Soc. Géol. France*, 4, VIII, 1908, p. 41-42.

106 (14). **Le *Cadurcotherium* de l'Isle-sur-Sorgues (Vaucluse) et révision du genre *Cadurcotherium*** (en collaboration avec F. Roman). *Arch. Mus. Hist. Nat. Lyon*, X, 1908, p. 1-56, 8 fig., pl. I-III.

107 (21). Vue générale de la stratigraphie des terrains néogènes de la Plaine du Comtat et de ses abords. Vue générale de la Paléontologie des Vertébrés des terrains néogènes de la Plaine du Comtat et de

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

ses abords. *Ass. Franç. Avanc. Sc.*, XXXVIII, Congrès de Lille, 1909, II, p. 463-475.

108 (23). Géologie et Paléontologie de la Plaine du Comtat et de ses abords. Description des terrains quaternaires. Fascicule I. Introduction. Stratigraphie de la Plaine de l'Isle-sur-Sorgues. *Mém. Soc. Linn. Provence*, II, 1910, p. 1-30.

109 (29). Sur quelques formes de Mollusques provenant de la station gallo-romaine du plateau de Saint-Blaise, à l'Ouest de l'étang de Berre (en collaboration avec C. Chatelet). *Bull. Soc. Linn. Provence*, 1911, I, p. 70-73.

110 (30). Miocène marin de l'Estaque (Bouches-du-Rhône). *Bull. Soc. Linn. Provence*, 1911, I, p. 95-96.

111 (31). Note préliminaire sur les Cirripèdes néogènes du Sud-Est de la France. *C. R. S. Soc. Géol. France*, 3 avril 1911, p. 75-76.

112 (34). **Géologie et Paléontologie de la Plaine du Comtat et de ses abords.** Description des terrains néogènes. Fasc. II. Supplément à la Paléontologie des Vertébrés. Atlas de la Stratigraphie et de la Paléontologie des Vertébrés. Montpellier, Montane, Sicardi et Valentin, in-8, 1912, p. 255-286, 11 pl.

113 (50). Un nouveau *Scalpellum* fossile du Néogène de la vallée du Rhône : *Scalpellum* (*Subeuscalpellum*) *avenionense* (en collaboration avec A. Joleaud). *C. R. S. Soc. Biol.*, LXXVI, 19 mai 1914, p. 885-887, 1 fig.

114 (58). Limite de l'Aquitanien marin dans la région provençale (en collaboration avec J. Repelin). *CR. Acad. Sc.*, CLXIV, 14 juin 1917, p. 919-920.

115 (104). Sur l'âge des phénomènes de charriage dans la région d'Avignon (en collaboration avec Pierre Termier). *CR. Acad. Sc.*, CLXXII, 3 janvier 1921, p. 24-27.

116 (105). Sur l'âge des phénomènes de charriage dans les montagnes de Gigondas (Vaucluse) (en collaboration avec Pierre Termier). *CR. Acad. Sc.*, CLXXII, 24 janvier 1921, p. 191-196.

117 (106). Le lambeau de recouvrement de Propiac (Drôme), témoin d'une vaste nappe, d'origine alpine, poussée avant le Miocène, sur la vallée du Rhône (en collaboration avec Pierre Termier). *CR. Acad. Sc.*, CLXII, 21 février 1921, p. 409-414.

118 (115). Nouvelles observations sur la nappe de Suzette, nappe de recouvrement formée de terrains triasiques, issue des Alpes et ayant couvert, à l'époque aquitanienne, une partie de la région du Rhône (en collaboration avec Pierre Termier). *CR. Acad. Sc.*, CLXXIII, 28 novembre 1921, p. 1033-1038.

119 (116). Résumé de nos connaissances sur la nappe de Suzette (âge précis, constitution, extension) ; la question de son origine (en collaboration avec Pierre Termier). *CR. Acad. Sc.* CLXXIII, 19 décembre 1921, p. 1308-1313.

120 (120). La nappe de Suzette (en collaboration avec Pierre Termier). *C. R. S. Soc. Géol. France*, 23 janvier 1922, p. 12-13.

III. — MADAGASCAR

121 (129). Sur les Hippopotames subfossiles de Madagascar et sur les connexions géographiques récentes de la grande île avec le continent africain. *CR. Acad. Sc.*, CLXXVI, 8 janvier 1923, p. 117-119.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

122 (129 *bis*). Les connexions géographiques récentes de Madagascar et du continent africain. *Revue scient.*, LXI, n° 23, 8 décembre 1923, p. 751, fig. 477.

123 (137). Sur les relations des terrains cristallins et sédimentaires dans la partie occidentale de Madagascar entre la Betsiboka et la Tsiribihina (en collaboration avec Léon Bertrand). *CR. Acad. Sc.*, CLXXVII, 26 novembre 1923, p. 1130-1133.

124 (137 *bis*). Id. *Bull. Économ. Madagascar*, XX, 3e et 4e trimestre 1923 (1924), p. 171-179.

125 (138). Sur les terrains permiens et triasiques de l'Ouest de Madagascar (en collaboration avec Léon Bertrand). *CR. Acad. Sc.*, CLXXVII, 10 décembre 1923, p. 1311-1314.

126 (138 *bis*). Id. *Bull. Econom. Madagascar*, XX, 3e et 4e trimestre 1923 (1924), p. 179-180.

127 (139). L'essor de l'industrie minière de Madagascar et la foire de Tananarive. *La Nature*, LII, n° 2602, 16 février 1924, p. 97-102, 3 fig.

128 (140). Sur les mouvements crétacés et tertiaires et sur les manifestations volcaniques dans la partie occidentale de Madagascar (en collaboration avec Léon Bertrand). *CR. Acad. Sc.*, CLXXVIII, 18 février 1924, p. 715-718.

129 (143). Sur quelques faits nouveaux relatifs aux terrains jurassiques et crétacés de l'Ouest de Madagascar (en collaboration avec Léon Bertrand). *CR. Acad. Sc.* CLXXVIII, 17 mars 1924, p. 1012-1015.

130 (145). Un curieux exemple de survivance d'un type de Mammifères à travers les temps géologiques ; le petit *Ælurictis* de Madagascar. *Bull. Soc. Zool. France*, XLIX, p. 10-19, 1 fig., 1924.

131 (146). Sur quelques faits relatifs aux formations néogènes et quaternaires d'Antsirabe (Madagascar) (en collaboration avec Léon Bertrand). *CR. Acad. Sc.*, CLXXVIII, 7 avril 1924, p. 1293-1296.

132 (148). Bitumes et pétroles de Madagascar. *Revue pétrolifère*, XIII, n° 75, 26 avril 1924, p. 5-22, 34 fig.

133 (149). L'histoire biogéographique de Madagascar, d'après des découvertes récentes. *C. R. S. Soc. Biogéographie*, n° 2, 21 mars 1924, p. 4.

134 (149 *bis*). Id. *Rev. génér. Sc.*, XXXV, n° 13, 15 juillet 1924, p. 389-397, 8 fig.

135 (150). Le Bœuf de Madagascar : son origine ; son rôle dans les coutumes sakalaves. *L'Anthropologie*, XXXIV, 1924, p. 103-107.

136 (152). Strates saisonnières (?) dans le Trias de Madagascar. *Feuille Natur.*, n. s., XLV, mai 1924, p. 53-54.

137 (155). Essai sur l'histoire géologique de l'Océan Indien coordonnant les observations faites au cours d'une mission dans l'Ouest de Madagascar. *Bull. Acad. Malgache*, n. s., VI, 1922-1923, p. L-LI.

137 *bis* (155). Sur un ossement *d'Hippopotame in* Lamberton. *Bull. Acad. Malgache*, n. s., VI, 1922-1923, p. XIX.

138 (156). Une mission scientifique en pays sakalave. *La Géographie*, XVII, 1924, p. 73-74.

139 (158). Esquisse géologique de la région du Cap Saint-André (Madagascar) au 1/1.000.000e (en collaboration avec Léon Bertrand). *Serv. Mines Madagascar.*

140 (158 *bis*). Id. *Bull. Econom. Madagascar*, 3e et 4e trimestre, 1924 (1925), p. 239, et pl.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

141 (160 *bis*). Une note au sujet de la découverte de charbon sur le moyen Ranobé (Madagascar). *C. R. S. Soc. Géol. France*, 3 novembre 1924, p. 140-142.

142 (164). La zone médiane du pays sakalave. Contribution à l'étude géophysique et économique de Madagascar. *La Géographie*, XLIII, p. 6-34, 187-208, 10 fig.

143 (170). Esquisse géologique du pays sakalave entre la Betsiboka et la Tsiribihina, et de la région d'Antsirabe (Madagascar). Les gisements de charbon et de sables bitumineux du pays sakalave (en collaboration avec Léon Bertrand). *Ass. Franc. Avanc. Sc.*, LIII, Congrès de Liége, 1924, p. 384-385.

144 (170 *bis*). Id. *Livre jubilaire. Cinquant. Soc. Géol. Belgique*, Liége, in-4, II, 1924 (1926), p. 329-349, 11 fig.

145 (223) **Information for the travellers in Madagascar** : in *Practical hints to scientific travellers* edited by H. A. Brouwer, VI, M. Nijhoff. The Hague, in-8, p. 101-135, pl. IX, 1929.

IV. — AMÉRIQUE DU SUD

146 (181). Sur la tectonique des régions caraïbes de la Colombie sud-américaine. *CR. Acad. Sc.*, CLXXXIII, 29 novembre 1926, p. 1045-1046.

147 (182). Le pétrole en Colombie sud-américaine. *Rev. pétrolifère*, n° 200, 25 décembre 1926, p. 7-9, 5 fig.

148 (184). La vie dans les eaux douces de la Colombie septentrionale. *C. R. Soc. Biogéographie*, III, n° 24, 17 déc. 1926, p. 79-81.

149 (184 *bis*). Id. *La Nature*, LIV, n° 2759, 15 avril 1927, p. 342-346, 9 fig.

150 (187). Les régions septentrionales de la République de Colombie (Amérique du Sud). *Revue scient.*, LXV, n° 4, 26 février 1927, p. 100-109, fig. 32-41.

151 (189). En Colombie sud-américaine ; de la mer des Caraïbes aux Cordillères des Andes. *La Géographie*, XLVII, n^{os} 1-2, janvier-février 1927, p. 118-119.

152 (200). Le relief de la Colombie caraïbe (Amérique du Sud). *Bull. Assoc. Géogr. français*, n° 20, janvier 1928, p. 1-3.

153 (203). La région caraïbe de la Colombie sud-américaine : étude géophysique et économique. *La Géographie*, XLIX, p. 18-58, 3 fig., 1 pl., 1928.

154 (216). Remarques sur l'évolution des Primates sud-américains à propos du grand Singe du Vénézuéla, *Revue scient.*, LXVII, n° 9, 11 mai 1929, p. 269-273, fig. 131-134.

V. — QUATERNAIRE

155 (24). Sur l'évolution de l'hydrographie quaternaire dans la région de Constantine (Algérie). *CR. Acad. Sc.*, CL, 25 avril 1910, p. 1081-1083.

156 (25). Sur les faunes de Mammifères quaternaires de la Berbérie. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord*, II, 15 mai 1910, p. 102-104.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

157 (16). Ruines et vestiges anciens relevés dans la province de Constantine (en collaboration avec A. Joly). *Rec. Soc. Archéol. Constantine*, 4, XI (XLII), 1908, p. 29-52, 3 fig.

157 *bis* (26). Ruines et vestiges anciens relevés dans la province de Constantine (en collaboration avec A. Joly). *Rec. Soc. Archéol. Constantine*, 4, XII (XLIII), 1909, p. 101-160, 1 pl.

158 (32). Ruines et vestiges anciens relevés dans la province de Constantine (en collaboration avec A. Joly). *Rec. Soc. Arch. Constantine*, 5, I (XLIV), 1910, p. 29-34.

159 (35). Ruines et vestiges anciens relevés dans la province de Constantine (en collaboration avec A. Joly). *Rec. Soc. Archéol. Constantine*, 5, II (XLV), 1911, p. 19-36, 2 fig.

160 (36). Sur la position systématique de *Cervus pachygenys* Pomel du Quaternaire algérien. *C. R. S. Soc. Géol. France*, 16 déc. 1912, p. 187.

161 (36 *bis*). Id. *Bull. Soc. Géol. France*, 4, XII, p. 468-471, 1 fig.

162 (37). Contribution à l'étude du synchronisme des phénomènes quaternaires au Nord et au Sud de la Méditerranée occidentale. *Bull. Soc. Linn. Provence*, I, p. 221-233, 1913.

163 (45). Sur le *Cervus* (*Megaceroides*) *algericus* Lydekker 1890. *C. R. Soc. Biol.*, LXXXVI, 24 avril 1914, p. 737-738.

164 (46). Sur l'âge des Éléphants quaternaires d'Algérie. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord*, X, 15 mai 1914, p. 130-134.

165 (47). Considérations géographiques et géologiques sur la station préhistorique de Mechta-Châteaudun. *Bull. Soc. Préhist. Franç.* XI, 23 avril 1914, p. 210-215, 1 fig.

166 (55). L'âge de l'*Elephas africanus* en Numidie. *Rec. Soc. Archéol. Constantine*, 5, V (L), 1914, p. 203-210.

167 (57). Les dépôts quaternaires marins de la région de Bône et de la Calle (Algérie) (en collaboration avec Ch. Depéret). *CR. Acad. Sc.*, CLXIV, 30 avril 1917, p. 674-680.

168 (72). Les origines de la ville de Constantine (Algérie). *Bull. Soc. Géogr. Alger*, XXIII, 1918, p. 1-17.

169 (75). Notice géologique et paléontologique sur la grotte des Pigeons (Constantine). *Rec. Soc. Archéol. Constantine*, 5, VII (L), 1916, p. 25-35, 1 pl.

170 (76). Contribution à l'étude de la nécropole mégalithique de Bou Nouara (en collaboration avec A. Debruge et G. Marçais). *Rec. Soc. Archéol. Constantine*, 5, VII (L), 1916, p. 175-186, 4 fig.

171 (78). Les Gazelles pliocènes et quaternaires de l'Algérie. *C. R. S. Soc. Géol. France*, 22 juin 1917, p. 30-31.

172 (78 *bis*). Id. *Bull. Soc. Géol. France*, 4, XVII, p. 208-225.

173 (107). L'état actuel de nos connaissances en Paléontologie humaine (d'après le récent livre de Marcellin Boule « Les Hommes fossiles »). *Revue gén. Sc.*, XXXII, n° 3, 15 février 1921, p. 69-74.

174 (109). Quelques réflexions sur diverses espèces de Mammifères semi-domestiques de l'ancienne Egypte. *C. R. Instit. Franç. Anthrop.*, 19 mai 1920 *in L'Anthropologie*, XXX, p. 576.

175 (110). Remarques sur le modelé de la côte des calanques au Sud de Marseille. *C. R. S. Soc. Géol. France*, 21 mars 1921, p. 63-64.

176 (126). La semi-domestication du Daim dans les contrées méditerra-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

néennes. *C. R. Inst. Franc. Anthrop.*, 15 février 1922 *in L'Anthropologie*, XXXII, p. 272-273.

177 (133). Considérations sur l'origine des Bœufs, des Chevaux et des Chameaux domestiques dans l'Afrique du Nord. *C. R. Inst. Franç. Anthrop.*, 21 février 1923 *in L'Anthropologie*, XXXIII, p. 178-181.

178 (167). La domestication du Furet. *Feuille Nat.*, n. s., XLVI, mai 1925, p. 72-73.

179 (175). L'Homme avant l'Histoire *in* Philosophie scientifique et Sociologie, 4e série, p. 65-100, *Bibliothèque des éducateurs*, Paris, 1926, F. Nathan, in-16.

180 (179 *bis*). La Genèse de la plus ancienne Société humaine, *Revue génér. Sciences*, XXXVII, nos 17-18, 15-30 septembre 1926, p. 492-493.

181 (183). Contribution à l'étude du Quaternaire dans le Maroc atlantique. *C. R. S. Soc. Géol. France*, no 16, 20 décembre 1926, p. 156-159.

182 (184). La Vie dans les eaux douces de la Colombie septentrionale (Amérique du Sud). *C. R. S. Soc. Biogéographie*, III, 17 décembre 1926, p. 79-81.

183 (184 *bis*). Id. *La Nature*, LIV, no 2759, 15 avril 1927, p. 342-46, 9 fig.

184 (185 *bis*). Les Éléments de Préhistoire. *Revue génér. Sciences*, 15 janv. XXXVI, no 1, 1925, p. 25.

185-186 (192). La Genèse de la domestication d'après la Paléontologie et l'Archéologie. *Bull. Soc. Nat. Acclimatation*, VIII, no 4, avril 1927, p. 49-50.

187 (208). Les Cerfs quaternaires à mâchoires épaisses d'Afrique et d'Asie. *Revue scient.*, LXVI, no 17, 8 septembre 1928, p. 542, fig. 246.

188-189 (209). L'ancienneté de la fabrication de l'huile d'olive dans l'Afrique du Nord. *C. R. Inst. franc. Anthrop.*, 16 mai 1928, *in L'Anthropologie*, XXXVIII, p. 352-353.

190 (209 *bis*). Id. *Revue africaine*, LXX, nos 338-339, 1er et 2e trimestre 1929, p. 11-36.

191 (222). Le laboratoire de Paléontologie humaine de la Quina et les récentes découvertes préhistoriques du Docteur Henri Martin, dans les Charentes. *Ann. Univ. Paris*, IV, 1929, p. 292-302, 3 pl.

192 (227). Les Gazelles nord-africaines. *Bull. Soc. Nat. Acclimatation France*. LXXVII, no 2, février 1930, p. 22.

193 (227 *bis*). Id., *Rev. Hist. Nat.*, 1re part. A. Mammifères, XI, no 3, 1930, p. 106-107.

194 (236). Le Cerf de Berbérie. *Bull. Soc. Nat. Acclimatation. France*, LXXVII, no 6, juin 1930, p. 86-87.

195 (247). Découverte d'une dent subfossile d'*Elephas africanus* dans le Sahara sud-occidental (en collaboration avec J. Malavoy). *C. R. S. Soc. Géol. France*, 18 mai 1931, p. 118-119.

196 (249). Le Magot de Berbérie. *Bull. Soc. Acclimatation de France*, LXX VIII, mai 1931, p. 153-155.

197 (251). Le rôle des Singes dans les traditions populaires nord-africaines. *Journ. Soc. Africanistes*, I, 1931, p. 117-150.

198 (252). Un nouveau Primate paléohominien fossile. *Revue scient.*, LXIX, no 14, 25 juillet 1931, p. 438-439, 3 fig.

199 (253). L'expansion géographique des Hommes de Néanderthal au

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Quaternaire moyen dans les régions méditerranéennes. *Revue scient.*, LXIX, n° 15, 8 août 1931, p. 466-469, 10 fig.

200 (254). Le Magot de Berbérie, influence de l'homme sur la répartition de ce Primate. *Congrès internat. Géographie*, Paris, Résumé des commun., 1931, p. 75.

201 (261). Essai d'interprétation de l'art rupestre préhistorique. *C. R. XV^e Congrès Internat. Anthrop. et Archéol. Préhist.* et *IV^e Sess. Institut. Internat. Anthrop.*, Portugal, 1930, p. 368-375.

202 (263). Découverte d'une vertèbre de Balénoptère, à Quillebœuf (Seine-Inférieure). *La Nature*, LVII, n° 2878, 1^er avril 1932, p. 327.

203 (263 *bis*). Id., *Bull. Soc. Géol. Normandie*, LVII, n° 5, mai 1932, p. 20.

204 (265). Les Primates fossiles intermédiaires entre les Singes anthropoïdes et les Hommes. *Bull. Ass. Franç. Avanc. Sc.*, LIX, n° 163, juin 1932, p. 593-598.

205 (265 *bis*). Id., *XI^e Congrès Internat. Zool.*, Padova, 1930, p. 680-686.

206 (266). L'Eléphant de Berbérie. *Ass. Franç. Avanç. Sc.*, LV, Congrès Nancy, 1931, p. 478-482.

207 (267). Les Hommes préhistoriques de l'Afrique orientale britannique. *Revue scient.*, LXX, n° 14, 23 juillet 1932, p. 437-438.

208 (269). Les nouvelles découvertes d'Ethnologie préhistorique en Afrique orientale. *C. R. Inst. Franç. Anthrop.*, 20 janvier 1932, *in L'Anthropologie*, XLII, p. 673-675.

209 (273). **Chronologie des phénomènes quaternaires, des faunes de Mammifères et des civilisations préhistoriques de l'Afrique du Nord.** *V^e Congrès Internat. Archéol.*, Alger, 1930, p. 13-46. Paru 1933.

210 (276). Fossiles magiques du Maroc. *La Nature*, n° 2903, 15 avril 1933, p. 337-343. 7 fig.

211 (277). Gravures rupestres et rites de l'eau en Afrique du Nord. I, Rôle des Bovins, des Ovins et des Caprins dans la magie berbère préhistorique et actuelle. *Journ. Soc. Africanistes*, III, 1933, p. 197-282, 2 pl.

212 (279). La faune des gravures rupestres nord-africaines. *XV^e Congrès Internat. Anthrop. et Archéol. Préhist.*, et *V^e Sess. Institut. Internat. Anthrop.*, Paris, 1931, p. 220-227.

213 (280). Le rôle des coquillages marins fossiles et actuels dans la magie berbère, in Homenagem a Martins Sarmenti, Guimarès, Édition de la Sociedade Martins Sarmento, in-4, 1933, p. 150-174.

214 (282). Progrès récents de nos connaissances sur la Géologie du Quaternaire et sur la Préhistoire de l'Égypte. *Revue gén. Sc.*, XLIV, n° 21, 15 novembre 1933, p. 601-608.

215 (284). Bœufs, Moutons et Chèvres sauvages de Berbérie aux temps préhistoriques. *La Terre et la Vie*, III, n° 10, octobre 1933, p. 579-585, 6 fig.

216 (285). Interprétation des gravures rupestres d'Ovidés et de Bovidés du Néolithique nord-africain d'après les rites magiques berbères actuels de la pluie. *C. R. Inst. Franç. Anthrop.*, 15 février 1933, *in L'Anthropologie*, XLIII, p. 676-677.

217 (286). Les rites de l'eau aux temps néolithiques dans le Nord-Ouest africain. *Revue scient.*, LXXI, n° 22, 25 novembre 1933, p. 673-680, 10 fig.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

218 (287). Les rites magiques de l'eau aux temps néolithiques dans le Nord-Ouest africain. *Actes VIII^e Congrès Inst. Hautes Ét. marocaines*, Fès, Hespéris, XIX, 1933, p. 201-202.

219 (288). Sangliers de l'Afrique du Nord. *Actes VIII^e Congrès Inst. Hautes Ét. marocaines*, *Hespéris*, Fès, XIX, 1933.

220 (290 *bis*). L'expansion géographique des hommes de Néanderthal au Quaternaire moyen dans les régions méditerranéennes. *Revue scient.*, 1933, pp. 466-470.

221 (291). Les récentes découvertes en Paléontologie humaine. *La Nature*, n° 2920, 1^er janvier 1934, p. 1-6, fig., et n° 2921, 15 janvier 1934, p. 49-57, 9 fig.

222 (292). Vertébrés subfossiles de l'Azaoua (Colonie du Niger). *CR. Acad. Sc.*, CXCVIII, 5 février 1934, p. 599-601.

223 (295). Rites de l'eau et toponymie chez les Aït Haddidou (région médiane du Haut-Atlas marocain). *Journ. Soc. Africanistes*, III, 2, 1934, p. 346-347.

224 (298). Le Pliocène récent et le Postpliocène de Bône et d'autres localités du littoral algérien. *Ass. Franç. Avanc. Sc.*, LVII, Congrès de Chambéry, 1933, p. 244-245.

225 (303). Succession des faunes de Mammifères quaternaires en Berbérie. 10^e *Congrès Préhist. France* (Nîmes-Avignon, 1931), p. 245-260, paru 1934.

226 (304). La faune terrestre et des eaux douces du Maroc, Vertébrés. *Ass. Franç. Avanc. Sc.*, LVIII, Congrès de Casablanca, Imp. Réunies, 1934, p. 253-280.

227 (305). Grotte préhistorique de Khanguet Si Mohammed Tahar (Aurès septentrional) (en collaboration avec R. Laffitte). *Journ. Soc. Africanistes*, IV, 1934, p. 111-114, pl. IV.

228 (306). Sur le remplissage d'une grotte préhistorique de Khanguet Si Mohammed Tahar (Aurès septentrional) (en collaboration avec R. Laffitte). *C. R. Inst. Franc. Anthrop.* in *L'Anthropologie*, XLIV, 1934, p. 469-471.

229 (308). Les Guanches des Canaries. *Revue scient.*, LXXII, n° 15, 11 août 1934, p. 488-492.

230 (310). Équidé quaternaire des salines de Taodenni. *C. R. S. Soc. géol. France*, 5 novembre 1934, p. 179-180.

231 (311). Rites relatifs à des gravures rupestres du Sud oranais. *C. R. Soc. Biogéographie*, XI, n° 95, 16 novembre 1934, p. 67-68.

232 (312). Gisements de Mammifères et de Mollusques quaternaires du Tanezrouft au Nord-Ouest de l'Adrar des Iforas (en collaboration avec N. Menchikoff). *C. R. S. Soc. Géol. France*, 3 décembre 1934, p. 213-215.

233 (314). Nouvelles découvertes d'archéologie préhistorique dans l'Aurès (en collaboration avec R. Laffitte). *Journ. Soc. Africanistes*, IV, 1934, p. 320.

234 (316). Paléoethnologie du Sahara tripolitain. *La Nature*, n° 2944, 1^er janvier 1935, p. 8-11, 5 fig.

235 (318). Gravures rupestres et rites de l'eau en Afrique du Nord, II, Rôle de l'Éléphant dans la magie préhistorique et dans les légendes populaires historiques de la Berbérie. *Journ. Soc. Africanistes*, IV, 1934, 2, p. 285-302, fig. 13.

236 (319). Le Mouflon à manchettes du Maroc à l'Égypte. *La Nature*, n° 2949, 15 mars 1935, p. 241-243, 3 fig.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

237 (324). Dents fossiles d'Éléphant d'Afrique provenant du Moyen Congo et de l'Oubangui-Chari (en collaboration avec J. Lombard). *C. R. S. Soc. Géol. France*, n° 7, 1er avril 1935, p. 96-98.

238 (326). Les dépôts quaternaires de l'ancien cratère de Pedra de Lume (île de Sal, archipel du Cap Vert) (en collaboration avec A. Chevalier et G. Petit). *CR. Acad. Sc.*, CC, 8 avril 1935, p. 1334-1336.

239 (328). Rôle magique et monétaire des coquilles de Dentales fossiles et actuels dans les temps préhistoriques et modernes. *Revue scient.*, LXXIII, n° 15, 10 août 1935, p. 495-500, 4 fig.

240 (329). Antilopes de savanes du Quaternaire de Berbérie et Antilopes forestières du Quaternaire saharien. *XIIIe Congrès Internat. Zoologie*, Lisbonne, Programme, Sect. V, 3 p., 1936.

241 (331). L'hypothèse de la « mer saharienne » et la découverte de Foraminifères thalassoïdes dans les eaux de l'Oued Rir (Sahara constantinois). *La Nature*, n° 2967, 15 décembre 1935, p. 549-554, 10 fig.

242 (333). Escargotière préhistorique de Champlain, près de Médéa (Alger) (en collaboration avec Castellani). *Journ. Soc. Africanistes*, V, 2, p. 159-162, pl. XXV, 1935.

243 (334). Gravures rupestres néolithiques d'Akka (Oued Draa, Maroc méridional). *Journ. Soc. Africanistes*, V, 2, p. 277-278, 1935.

244 (335). Animaux-totems nord-africains, *Ier Congrès Féd. Soc. Savantes Afrique du Nord*, Alger, *Rev. Africaine*, LXXXVI, n° 362-363, 1er et 2e trim. 1935, p. 325-348.

245 (336). Gisements de Vertébrés quaternaires du Sahara. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord*, XX *bis*, Vol. jubilaire, décembre 1935, p. 23-39, 1 tabl.

246 (337). Les Ruminants cervicornes d'Afrique. *Mém. Institut Égypte*, XXVII, 1935, 83 p., 40 fig.

247 (337 *bis*). Les débuts de la domestication d'après la chronologie des gravures rupestres sahariennes. *XVIe Congrès Internat. Anthrop.*, Bruxelles, 1935, paru 1936, 10 p.

248 (338 *bis*). Singes anthropoïdes fossiles. Découvertes d'espèces nouvelles en Asie et en Afrique. *La Nature*, LXIV, n° 2975, p. 347-350, 15 avril 1936.

249 (339). Essai stratigraphique sur les faunes de Mammifères quaternaires et leurs relations avec les Hommes fossiles du Sahara. *C. R. XVIe Internat. Geol. Congress*, Washington, 1933, paru 1936, 9 p.

250 (341). Les Mammifères de la Lybie et du Sahara central aux temps de l'antiquité classique. *IIe Congrès Féd. Soc. Sav. Afrique du Nord, Tlemcen* nos 81-108.

251 (341 *bis*). Id., *Revue africaine*, LXXVII, nos 368-369, 1936, 3e et 4e trim. 285-312, p. 81-108.

252 (342). L'origine du nom du Gorille. *C. R. Inst. Franc. Anthrop.*, 15 janvier 1936, *in L'Anthropologie*, XLVI, p. 525-528.

253 (343). La faune des Vertébrés et le peuplement humain de la Côte occidentale d'Afrique aux temps de l'antiquité classique. *Bull. Comité Ét. Histor. et Scient. A. O. F.*, XIX, n° 1, janvier-mars 1936, p. 96-111.

254 (345). Éléphant d'Afrique du Quaternaire de l'Ouest de l'Edough (en

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

collaboration avec M. ROUBAULT). *C. R. S. Soc. Géol. France*, 1936, p. 207.

255 (347 *ter*). Mammifères néolithiques trouvés dans la tourbe de la plage devant la Station zoologique de Wimereux. *Travaux de la station Zoologique de Wimereux*, t. XII, 1937, p. 461-463.

256 (236 *bis*). Les girafes du Sahara (d'après les documents préhistoriques) *in Mélanges de Géographie et d'orientalisme offerts à E.F. Gautier*), 1937, p. 278-289.

257 (353 *bis*). Les temps préhistoriques? Flammarion (à l'impression).

258 (353 *ter*). Remarques paléoethnologiques sur l'Homme de Mechta el Arbi. *Revue Africaine*, LXXXI, nos 372-373, 1937, 3e et 4e trimestres, p. 669-680.

Voir aussi Hippopotame de Madagascar, n° 121 au chap. III.

VI. — PALÉONTOLOGIE

Voir *Cadurcotherium*, au chap. II, n° 106.
Voir Cirripèdes néogènes, au chap. II, n° 111.
Voir Mollusques, au chap. II, n° 109.

259 (42). Un nouveau Cirripède pédonculé fossile. *Scillælepas Cazioti* (en collaboration avec A. JOLEAUD). *C. R. Soc. Biol.*, LXXIV, 18 mars 1913, p. 723-727, 1 fig.

260 (56 *bis*). Essai sur l'évolution générale et la classification des Cirripèdes primitifs et pédonculés pourvus de plaques calcaires. *Annales du Musée d'Hist. Nat. de Marseille*, t. XV, mémoire n° 5, 1916, p. 5-53.

261 (84). Mammifères et Reptiles. *Revue critique Paléozool.*, XXII, 1918, paru 1919, p. 51-59.

262 (87). Mammifères. *Revue critique Paléozool.*, XXIII, 1919, p. 16-21.

263 (89). Mammifères, Oiseaux et Reptiles. *Revue critique Paléozool.*, XXIII, 1919, p. 49-56.

264 (90). Sur la présence d'un Gavialidé du genre *Tomistoma* dans le Pliocène d'eau douce de l'Éthiopie. *CR. Acad. Sc.*, CLXX, 29 mars 1920, p. 816-818.

265 (93). Mammifères. *Revue critique Paléozool.*, XXIV, p. 6-13 et *Rev. Géol.*, I, p. 58-65, 1920.

266 (96). Revue de Paléontologie animale. *Revue génér. Sc.*, XXXI, n° 14, 30 juillet 1920, p. 487-500, 11 fig.

267 (97). Mammifères. *Revue critique Paléozool.*, XXIV, 1920, p. 39-45 et *Revue Géol.*, I, 1920, p. 166-171.

268 (98). Mammifères, Reptiles et Amphibiens. *Revue critique Paléozool.*, XXIV, 1920, p. 85-101 et *Rev. Géol.*, I, 1920, p. 296-311.

269 (102). Contribution à l'étude des Hippopotames fossiles. *C. R. S. Soc. Géol. France*, 19 janvier 1920, p. 22-23.

270 (102 *bis*). Id., *Bull. Soc. Géol. France*, 4, XX, 1920, p. 13-26, pl. I.

271 (103). Mammifères et Reptiles. *Revue critique Paléozool.*, XXIV, 1920, p. 139-148, et *Revue Géol.*, I, 1920, p. 414-423.

272 (108). Mammifères et Reptiles. *Revue critique Paléozool.*, XXV, p. 6-10, 1921, et *Rev. Géol.*, II, p. 43-47.

273 (112). Vertébrés. *Revue critique Paléozool.*, XXV, p. 49-56-54, 67-68, 1921, et *Revue Géol.*, II, 1921, p. 173-178, 180-181, 236.

274 (113). Mammifères et Reptiles. *Revue critique Paléozool.*, XXV, p. 83-99, 1921.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

275 (113 *bis*). (Id. *Rev. Géol.*, II, 1921, p. 316-333.
276 (114). Id. Considérations sur le système dentaire des Hippopotames. *Bull. Soc. Zool. France*, XLVI, 1921, p. 18-22, fig. 1.
277 (123). Revue de Paléontologie animale. *Revue Génér. Sc.*, XXXIII, nos 11 et 12, 15 et 30 juin 1922, p. 336-345, 364-377, 11 fig.
278 (123 *bis*). Les plus anciennes faunes de Mammifères tertiaires d'Europe. *Revue scient.*, LIX, n° 13, 8 juillet 1922, p. 449-450.
279 (124). Les Reptiles fossiles. *Ass. franç. Avanc. Sc.*, XLV, Congrès de Rouen, 1921, p. 49-66.
280 (124 *bis*). Un Anthropoïde du Miocène supérieur de l'Amérique du Nord. *Revue scient.*, LX, 22 juillet 1922, p. 490.
281 (128 *bis*). L'Anatomie et la coloration des crustacés trilobites. *Revue scient.*, LXI, n° 2, 27 janvier 1923, p. 49-51.
282 (134). **Éléments de Paléontologie.** — I. La Vie aux temps primaires et secondaires, 1 vol. in-16 de la collection Armand Colin, Section de Biologie, n° 29, VI + 220 p., 53 fig., Paris, 1923.
283 (142). **Éléments de Paléontologie.** — II. La Vie aux temps tertiaires et quaternaires, 1 vol. in-16 de la collection Armand Colin, section de Biologie, n° 30, 216 p., 40 fig., Paris, 1924.
284 (151). Œufs de Dinosauriens et d'Oiseaux Paléognathes fossiles. *Feuille Natur.*, n. s., XLV, mai 1924, p. 44-48, 1 fig.
285 (180). Sur une mandibule de *Palæotherium* du calcaire de Saint-Ouen (Bartonien du Bassin de Paris). *Bull. Soc. Géol. France* [4], XXVI, 1926, p. 11-13.
286 (195 *bis*). Découverte de Mammifères euthériens dans le Crétacé. *Revue scient.*, LXV, n° 15, 13 août 1927, p. 471-473.
287 (196). Conseils du paléontologiste *in* Pour orienter les recherches. *Bull. Soc. Ét. Hist. Géogr. Rég. Parisienne*, I, n° 2, oct. 1927, p. 1-6.
288 (214). Éléphants et Dinothériens pliocènes de l'Ethiopie: contribution à l'étude paléogéographique des Proboscidiens africains. *C. R. XIVe Congr. Géol. internat*, Madrid, 1926, p. 1001-1007, 3 pl.
289 (225). Observations sur un crâne de Crocodilien sténéosaure découvert dans des argiles du Kimmeridgien supérieur d'Octeville-sur-Mer, près du Havre, *Ass. franç. Avanc. Sc.*, LII, Congrès de La Rochelle, 1928, p. 331-332.
290 (229). Le Transformisme en Paléontologie. *Rev. scient.*, LXVIII, n° 6, 22 mars 1930, p. 161-167.
291 (230). Cours de Paléontologie professé (1929-1930) à la Faculté des Sciences de Paris, R. Guillon, éditeur, 3 fascicules. I. Paléontologie générale, p. 33; fasc. II. Paléontologie végétale, p. 35-65, 8 pl.; fasc. III. Les Protozoaires, 66-85 p., pl. I-II-III, 1 pl. non numérotée, 1930.
292 (232). **Éléments de Paléontologie.** I. La Vie aux temps primaires et secondaires, 1 vol. in-16 de la collection Armand Colin, Section de Biologie, n° 29, 2e édition, 220 p., 53 fig., Paris, 1930.
293 (233). Les Éléphants nains. *Bull. Soc. Nat. Acclimat. France*, LXVII, n° 4, avril 1930, p. 54-56.
294 (234). Les Crocodiliens du Pliocène d'eau douce de l'Omo (Éthiopie). Contribution à l'étude paléobiogéographique des *Tomistoma* et des Crocodiliens à museau de gavial. *Livre jubilaire Centenaire Soc. Géol. France*, II, 1930, p. 411-429, 4 fig., pl. XLII-XLIII.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

295 (241). La Paléontologie, Science de l'Évolution de la Vie aux temps géologiques, 1re partie, Historique, 2e partie, les doctrines modernes. *Bull. Assoc. Franç. Avanc. Sc.*, LX, février 1931, p. 191-203.

296 (245). On the « *Pachygenes* » or « *Pachygnathes* » (Thick-jawed quaternary Deer from Africa and Asia). *Bull. Geol. Soc. China*, IX, 3, 1930, p. 195-203.

297 (246). La conservation des restes organiques dans les dépôts géologiques, 1re partie. Point de vue minéralogique, *Bull. Assoc. Franç. Avanc. Sc.*, LX, mars 1931, p. 233-246.

298 (255). **Éléments de Paléontologie**. II. La Vie aux temps tertiaires et quaternaires, 1 vol. in-16 de la collection Armand Colin, Section de Biologie, n° 30, 2e édition, 217 p., 41 fig., Paris, 1931.

299 (259). A propos de la persistance tardive du *Dinotherium* et de la très grande ancienneté d'outillages et de restes d'*Homo sapiens* dans l'Afrique orientale. *C. R. S. Soc. Géol. France*, n° 17, 21 décembre 1931, p. 275-276.

300 (270). Un nouveau genre d'Équidé quaternaire de l'Omo (Abyssinie). *Libyhipparion ethiopicum*, *C. R. S. Soc. Géol. France*, n° 2, 16 janvier 1933, p. 13-14.

301 (270 *bis*). Id., *Bull. Soc. Géol. France*, [5], III, 1933, p. 7-28, pl. I.

302 (271). Mammifères quaternaires d'Ounianga Kebir (Tibesti sud-oriental) (en collaboration avec J. Lombard). *CR. Acad. Sc.*, CXCVI, n° 7, 13 février 1933, p. 497-499.

303 (281). Conditions de fossilisation et de gisement des Mammifères quaternaires d'Ounianga Kebir (Tibesti sud-oriental) (en collaboration avec J. Lombard). *Bull. Soc. Géol. France*, [5], III, 1933, p. 239-243, 1 fig.

304 (313). *Kemtichthys Sadeki*, Nouveau Percoïde fossile d'Égypte (avec une introduction géologique par Jean Cuvillier). *Bull. Inst. d'Égypte*, XVI, 1934, p. 93-98, pl. I-III.

305 (317). Cours de Paléontologie professé à la Faculté des Sciences de Paris, 2e édition, Tournier et Constans, éditeurs, 3 fasc. : Paléontologie générale, Paléontologie végétale, Paléontologie animale (Foraminifères, Radiolaires, Spongiaires, Cœlentérès, Echinodermes, Bryozoaires, Brachiopodes, Vers), 1935, 200 p., 74 pl., 438 fig. (*Épuisé*).

306 (332). **Crustacés décapodes du Crétacé de Tanout** (Damergou, Niger français) (en collaboration avec Te-You Hsu). *Arch. Mus. Nat. Hist. Nat.*, [6], XIII, 1935, p. 99-110, 11 fig.

307 (340). Évolution géographique de la faune des Mammifères du Sahara central pendant la période actuelle de dessèchement. *C. R. Soc. Biogéographie*, XIII, n° 108, 20 mars 1936, p. 21-23.

308. Singes anthropoïdes fossiles, découvertes d'espèces nouvelles en Asie et en Afrique. *La Nature*, n° 2975, 15 avril 1936, p. 347-350, 4 fig.

309 (351). Sur l'évolution morphologique récente d'un groupe d'Ongulés archaïques, les Damans. *CR. Acad. Sc.*, CCIV, n° 10, 8 mars 1937 p. 791-793.

310 (351 *bis*). Remarques sur les Giraffidés fossiles d'Afrique. *Mammalia*, I, n° 3, mars 1937, p. 85-96, 3 fig.

311 (352). Influence de l'augmentation de la masse des tissus squelettiques

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

sur l'Évolution des Vertébrés. *Sciences, Rev. Ass. Franç. Avanc. Sc.*, LXVI, n° 10, 1937, pp. 461-463.

312 (353). Anciens courants marins et plancton fossile paléozoïque. *La Nature*, n° 3002, 1er juin 1931, p. 489-493, 25 fig.

313. Mammifères. *Encyclopédie française*, nov. 1937, p. 5.80-1 à 5.80-7; 5 fig.

314. **Éléments de Paléontologie**, t. I, A. Colin, 3e édition (à l'impression).

315. **Éléments de Paléontologie**, t. II, A. Colin, 3e édition, 1938.

Voir aussi Hippopotame de Madagascar, n° 121.
Poisson du Rio de Oro, n° 5.
Dyrosaurus, n° 64.
Reptile fossile, n° 20-21.

VII. — BIOGÉOGRAPHIE

316 (39). Études de géographie zoologique sur la Berbérie. I. Les Cervidés. *Revue Afric.*, LVI, 1913, p. 471-499, 1 fig.

317 (70). Études de géographie zoologique sur la Berbérie. II. Les Bovinés. *Revue Afric.*, LIX, 1918, p. 161-214, 3 fig.

318 (73). Études de géographie zoologique sur la Berbérie. Les Rongeurs I. Les Sciuridés. *Bull. Soc. Zool. France*, XLIII, p. 83-102, 2 fig., 1918.

319 (79). Études de géographie zoologique sur la Berbérie. III. Les Hippotraginés. *Bull. Soc. Géogr. Archéol. Oran*, 1918, XXXVIII, p. 57-86, 9 fig.

320 (80). Relations entre les migrations du genre *Hipparion* et les connexions continentales de l'Europe, de l'Afrique et de l'Amérique au Miocène. *CR. Acad. Sc.*, CLXVIII, 20 janvier 1919, p. 177-179.

321 (81). Sur les migrations à l'époque néogène des *Hipparion*, des Hippotraginés et des Tragélaphinés. *CR. Acad. Sc.*, CLXVIII, 10 février 1919, p. 310-312.

322 (82). Sur les migrations des genres *Hystrix*, *Lepus*, *Anchitherium* et *Mastodon* à l'époque néogène. *CR. Acad. Sc.*, CLXVIII, 24 février 1919, p. 412-414.

323 (83). Sur le rôle des chenaux maritimes nord-floridien et sud-caraïbien dans les migrations des Mammifères tertiaires et quaternaires. *CR. Acad. Sc.*, CLXVIII, 12 mai 1919, p. 955-957.

324 (88). Les migrations des Mammifères américains et africains à travers les régions atlantiques pendant les temps néogènes. *Revue génér. Sc.*, XXX, n° 24, 30 décembre 1919, p. 704-713, 9 fig.

325 (101). Études de géographie zoologique sur la Berbérie. Les Rongeurs. II, Les Léporidés. A. Le lapin. *Bull. Soc. Zool. France*, XLV, 1920, p. 106-112.

326 (130). Études de géographie zoologique sur la Berbérie. Les Carnivores. I. Les Mélinés (Blaireaux et Moufettes). *Bull. Soc. Zool. France*, XLVII, 1922, p. 361-365.

327 (144). Études de géographie zoologique sur la Berbérie. Les Rongeurs. III. Les Cténodactylinés. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord*, XV, 1924, p. 59-67, 2 fig.

328 (152 *bis*). La réduction actuelle des aires d'habitat des Mammifères. *Revue scient.*, LXII, n° 12, 28 juin 1924, p. 373-374.

329 (153). Les animaux volants archaïques : considérations sur le méca-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

nisme de leur vol. *La Nature*, LII, n° 2626, 2 août 1924, p. 70-74, 6 fig.

330 (160 *ter*). Anthropologie. L'origine des Amérindiens. *Revue génér. Sciences*, tome XXXVI, 15 janvier 1925, p. 3.

331 (165). Les Mammifères *in* Le peuplement de la Corse. Étude biogéographique. *C. R. S. Soc. Biogéographie*, II, n° 9, 20 février 1924, p. 60-62.

332 (165 *bis*). Id., *Bull. Soc. Sc. Hist. et Nat. Corse*, XLV, n° 473-476.

333 (165 *ter*). Id., *Mém. Soc. Biogéographie, Paris* (1926), Lechevalier, in-8, p. 35-107.

334 (166). Les Reptiles dinosauriens d'après de récentes découvertes. *Revue scient.*, LXIII, n° 9, 9 mai 1924, p. 257-264, fig. 161-180.

335 (168). Aperçu géologique (en collaboration avec Paul Lemoine), *in* Le peuplement de la Corse. Étude biogéographique. *C. R. S. Soc. Biogéographie*, II., n° 12, 15 mai 1925, p. 87.

336 (168 *bis*). Id., *Bull. Soc. Sc. Hist. et Nat., Corse*, XLV, n° 473-476.

337 (168 *ter*). *Id., Mém. Soc. Biogéographie, Paris* (1926). Lechevalier, in-8, p. 23-28.

338 (169). Les relations paléogéographiques de la Corse (en collaboration avec Paul Lemoine), *in* Le peuplement de la Corse. Étude biogéographique. *C. R. S. Soc. Biogéographie*, II, n° 12, 15 mai 1925, p. 87-90.

339 (169 *bis*). Id. *Bull. Soc. Sc. Hist. et Nat. Corse*, XLV, n° 473-476.

340 (169 *ter*). Id., *Mém. Soc. Biogéographie, Paris* (1926), Lechevalier, in-8, p. 250-262, 6 fig.

341 (176). L'habitat des Antilopes de l'Afrique du Nord. *Congrès internat. Protection Nature*, 1923, p. 120-122.

342 (177). Les vestiges des anciennes associations biologiques de la Berbérie. *C. R. Congrès internat. Géographie.* Le Caire, 1925, IV, p. 128-134.

343 (185). Études de géographie zoologique sur la Berbérie. Les Ruminants cervicornes. Vol. jubilaire de Gorjanovic-Kramberger publié par la *Soc. Croate Sc. Nat.*, 1925, in-8, p. 253-322, 8 fig., 2 tabl., pl. X.

344 (186). Remarques sur la zoogéographie de l'Algérie orientale. *C.R.S. Soc. Biogéographie*, IV, n° 25, 21 janvier 1927, p. 5-8.

345 (190). Cirripèdes *in* Explications des planches de J.-C. Savigny par Paul Pallary. *Mém. Institut Egyptien*, XI, 1926, p. 36-39.

346 (191). Études de géographie zoologique sur la Berbérie : le Mouflon à manchettes. *C. R. S. Soc. Biogéographie*, IV, n° 27, 12 mars 1927, p. 43-45.

347 (204). Études de géographie zoologique sur la Berbérie. Les Insectivores. *Ass. Franç. Avanc. Sc.*, LI, Congrès de Constantine, 1927, p. 523-526.

348 (206). Études de géographie zoologique sur la Berbérie. Le Mouflon à manchettes, *in* Contribution à l'étude du peuplement des Hautes Montagnes. *Mém. Soc. Biogéographie*, II, Paris, Lechevalier, in-8, 1928, p. 35-37.

349 (207). L'Atlantide envisagée par un paléontologiste. *Bull. Ass. Franç. Avanc. Sc.*, n° 75, juillet 1928, p. 19-36, 9 fig.

350 (207 *bis*). Id. *Revue scient.*, LXVI, n° 17, 8 septembre 1928, p. 521-531, fig. 231-245.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

351 (211). Les régions zoogéographiques de l'Afrique du Nord. *Rev. Géogr. marocaine*, VII, 1928, p. 15-44.

352 (215). Esquisse paléogéographique des îles britanniques *in* Contribution à l'étude du peuplement des îles britanniques. *C. R. S. Soc. Biogéographie*, VI, n° 46, 19 avril 1929, p. 33-34.

353 (215 *bis*). Id., *Mém. Soc. Biogéogr.*, III, Paris, 1930, Lechevalier, in-8, p. 17-18.

354 (220). L'Atlantide : esquisse de protohistoire eurafricaine. *Revue de Paris*, n° 16, 15 août 1929, p. 886-898.

355 (224). Études de géographie zoologique sur la Berbérie. Les Ruminants. V. Les Gazelles. *Bull. Soc. Zool. France*, LIV, 1929, p. 438-457.

356 (226). Études de géographie zoologique sur la Berbérie. Les Rongeurs. II. Les Léporidés ; B. Les Lièvres. *Ass. Franç. Avanc. Sc.*, LII, Congrès de la Rochelle, 1928, p. 655-658.

357 (228). Études de Géographie zoologique sur la Berbérie. Les Reptiles I. Le Varan du désert, *C. R. S. Soc. Biogéographie*, VII, n° 3 ; 21 février 1930, p. 17-22.

358 (242). L'histoire paléogéographique de l'Océan Pacifique. *C. R. S. Soc. Biogéographie*, VIII, 62, 1931, p. 9-12.

359 (243). Les récents progrès de nos connaissances sur l'histoire du Pacifique aux temps tertiaires et la théorie de Wegener, *CR. Acad. Sc.*, CXCII, 9 mars 1931, p. 628-629.

360 (244). Remarques zoogéographiques sur le Sahara marocain. *Hespéris*, XI, 1930, 1-2, p. 145-152.

361 (262). Études de géographie zoologique sur la Berbérie. Les Proboscidiens. I. L'Éléphant d'Afrique. *Bull. Soc. Zool. France*, LVI, 1932, p. 483-499.

362 (264). Études de géographie zoologique sur la Berbérie. Les Périssodactyles, I. Les Rhinocéros. *Arch. Zool. Ital., Rendiconti. Congrès Internat. Zool. Padova*, 1930, XVI, 1932, p. 680-686.

363 (257). La Section de Biogéographie au Congrès international de Géographie (Paris, septembre 1931). *C. R. S. Soc. Biogéographie*, VIII, n° 67, 16 octobre 1931, p. 45-47.

364 (272). Les Indigènes des Villes marocaines. *Revue scient.*, LXXI, n° 4, 25 février 1933, p. 102-114, 10 fig.

365 (283). Études de géographie zoologique sur la Berbérie. Les Reptiles. Les Crocodiliens. *Bull. Soc. Zool. France*, LVIII, 1933, p. 397-404.

366 (289). Études de géographie zoologique sur la Berbérie. Les Pachydermes. I. Les Sangliers et les Phacochères. *Revue Géogr. marocaine*, XVII, 3-4 décembre 1933, p. 177-192.

367 (290). Études de géographie zoologique sur la Berbérie. Les Primates. Le Magot. *C. R. Congrès internat. Géogr.*, Paris, 1931, II, p. 851-863.

368 (297). Cétacés du Maroc. *La Nature*, LVII, n° 2927, 15 avril 1934, p. 360-363, 2 fig.

369 (299). Études de géographie zoologique sur la Berbérie. Les Ruminants. VI. Les Ovins et les Caprins. *Ass. Franç. Avanc. Sc.*, LVIII, Congrès de Chambéry, 1933, p. 488-492.

370 (300). Considérations générales sur la faune des Mammifères du Maroc. *La Terre et la Vie*, IV, n° 5, 5 mai 1934, p. 259-271, 10 fig.

371 (307). Paléogéographie de l'Océan Pacifique *in* Contribution à l'étude

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

du peuplement zoologique et botanique des îles du Pacifique, *Mém. Soc. Biogéographie*, IV, 1934, p. 9-40. Lechevalier édit.

372 (320). Études de géographie zoologique sur la Berbérie. Les Poissons I. Les Silures et les Chromides. *Revue Géogr. marocaine*, XIX, 1er janvier 1935, p. 49-82, 1 fig., 1 pl.

373 (322). Études de géographie zoologique sur la Berbérie. Les Reptiles III. Le Naja. *Ass. Franç. Avanc. Sc.*, LVIII, Congrès de Rabat, 1934, p. 254-256.

374 (347 *bis*). Réserves naturelles du Maroc. *C.R.S. Soc. Biogéographie*, 1934, p. 15-17.

375 (347 *ter*). Réserves naturelles du Maroc *in* Contribution à l'étude des Réserves naturelles et des Parcs nationaux. *Mém. Soc. Biogéographie*, V, 1937, p. 151-158. Paris, Lechevalier, édit.

376 (349). Études de géographie zoologique sur la Berbérie. Les Poissons II. Le Syngnathe algérien. *C.R.S. Soc. Biogéographie*, n° 113, 20 novembre 1936, p. 63-66.

377. Histoire paléobiogéographique de la Terre. *Encyclopédie française*, nov. 1937, p. 5. 60-1 à 5.60-8, 4 fig.

378. Le peuplement des mers. *Encyclopédie française*, nov. 1937, p. 5.62-1 à 5.62-16, 8 fig.

379. Les synthèses de la Paléobiogéographie. *Encyclopédie française*, nov. 1937, p. 5.80-8 à 5.80-16, 5 fig. dans le texte, 6 fig. en page double.

380. Histoire de la formation d'un désert, Paléogéographie du Sahara. *Mém. Soc. Biogéographie*, tome VI, 1938, p. 21-47, Paris, Lechevalier.

381. **Atlas de biogéographie**, 100 pl., Paris, Lechevalier. (Sous presse) Voir aussi, 388, 389, 392 (Th. de Wegener).

VIII. — DIVERS

382 (91). Rapport sur l'attribution du prix Viquesnel à J. Repelin. *C. R. S. Soc. Géol. France*, 12 avril 1920, p. 60-63.

383 (92). Notice nécrologique sur Armand Thevenin (en collaboration avec Louis Gentil). *Bull. Soc. Géol. France*, 4, XIX, 1919, p. 129-147, 1 pl.

384 (99). Quelques observations faites au cours d'un récent voyage en Roumanie (en collaboration avec Léon Bertrand). *C. R. S. Soc. Géol. France*, 22 novembre 1919, p. 183-184.

385 (121). Franz Leenhardt. Notice nécrologique. *C. R. S. Soc. Géol. France*, 3 avril 1922, p. 69.

386 (125 *bis*). L'âge et la formation du loess. *Revue scient.*, LX, n° 17, 9 septembre 1922, p. 596-597.

387 (126 *bis*). A la gloire de la Terre. Souvenir d'un Géologue. *Revue scient.*, LX, n° 21, 11 novembre 1922, p. 750-751.

388 (127). Le XIIIe Congrès géologique international (Session de Bruxelles, 1922). *Revue gén. Sc.*, XXXIII, n° 24, 30 décembre 1922, p. 700-709.

389 (128). La Géologie à l'exposition coloniale de Marseille. *Revue scient.*, LXI, n° 1, 13 janvier 1923, p. 20-21.

390 (131). **Observations sur le calcaire pisolithique de Vertus et du Mont Aimé (Marne)** (en collaboration avec Paul Jodot, Paul Lemoine et

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Pierre TEILHARD DE CHARDIN). *Bull. Soc. Géol. France*, 4, XXII, 1922, p. 164-176, 6 fig.

391 (136). L'origine des continents et la théorie de Wegener. *La Nature*, LI, n° 2590, 24 novembre 1922, p. 326-331, 3 fig.

392 (147). **Essai sur l'évolution des milieux géophysiques et biogéographiques** (à propos de la théorie de Wegener sur l'origine des continents). *Bull. Soc. Géol. France*, 4, XXIII, 1923, p. 205-257, 4 fig.

393 (153 *bis*). Discours prononcé à l'Assemblée générale à Liége. *Assoc. franc. Avanc. Sc.*, Congrès de Liége, XLVIII, 2 août 1924, p. 7-11.

394 (154). L'histoire biogéographique de l'Amérique et la théorie de Wegener. *Journ. Soc. Américanistes*, n. s., XVI, p. 325-360, 19 fig.

395 (161 *bis*). Les gisements de pétrole du globe. *L'Outillage*, n° 1, t. 354, janvier 1925.

396 (162). La mesure du temps absolu en Géologie. *La Nature*, LIII, n° 2653, 7 février 1925, p. 81-87, 4 fig.

397 (162 *bis*). Le bassin houiller de Lyon. *L'Outillage*, n° 3, t. 356, mars 1925.

398 (165 *bis*). La Géologie de la Chine centrale. *Revue scient.*, LXIII, n° 4, 28 février 1925, p. 113.

399 (171). Sur l'origine des cassures africaines. *Ass. Franç. Avanc. Sc.*, LIII, Congrès de Liége, 1924, p. 399-401.

400 (171 *bis*). Id., *Livre jubilaire Cinquantenaire. Soc. Géol. Belgique*, Liége, in-4, III, 1924 (1926), p. 85-88, 2 fig.

401 (172). Charles VELAIN. Notice nécrologique. *Revue gén. Sc.*, XXXVI, n^{os} 15-16, 15-30 août 1925, p. 449.

402 (172 *bis*). Louis GENTIL. Notice nécrologique. *Revue gén. Sc.*, XXXVIII, n^{os} 17-18 ; 15-30 août 1925, p. 489-490.

403 (172 *ter*). Les recherches de pétrole en France. *Revue scient.*, LXIII, n° 19, 10 octobre 1925, p. 667.

404 (174 *bis*). La Géologie du Congo belge. *Revue scient.*, LXII, n° 29, 22 nov. 1924, p. 689-691.

405 (178). Le pétrole ; point de vue géologique et point de vue économique. *Ann. Univ. Paris*, I, n° 3, juillet 1926, p. 307-321.

406 (179). Remarques sur la tectonique de l'Ardenne. *Feuille Natur.*, n. s., XLVII, n° 30, août 1926, p. 119-121.

407 (185 *ter*). La Géologie et la Guerre. *Revue scient.* LXIV, n° 4, 27 février 1926, p 117.

408 (193 *bis*). La Genèse des gisements de potasse, d'après la Géologie du Lac Assal (Somalie française). *Revue scient.*, LXV, n° 9, 14 mai 1927, p. 274-275.

409 (195). Sur les conditions de gisement du Montien du Port-Marly (Seine-et-Oise) (en collaboration avec R. ABRARD et Paul LEMOINE). *CR. Acad. Sc.*, CLXXXV, 8 août 1927, p. 391-393, 1 fig.

410 (197). Concessions de pétrole, potasse, sel gemme et sources salées in *Le sous-sol de la France*, Paris, Office général minier, in-8 p. 74-76, 90, 146-147, 213-214, 406-409, 469-471, etc.

411 (199). Allocution présidentielle. *C. R. S. Soc. Géol. France*, n° 2, 23 janvier 1928, p. 5-7.

412 (201). L'évolution de l'industrie du pétrole en 1927. *La Nature*, XLIX, n° 2780, 1er mars, p. 206-208, 1 fig.

413-414 (205). Abel BRIVES. Notice nécrologique. *C. R. S. Soc. Géol. France*, n° 10, 21 mai 1928, p. 150.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

415 (210). La question du pétrole dans les Colonies françaises. *La Nature*, n° 2796, 1er novembre 1928, p. 388-393, fig. 1-2 et n° 2797, 15 novembre 1928, p. 451-453, fig. 1.

416 (212). Allocution présidentielle. *C. R. S. Soc. Géol. France*, n° 2, 21 janvier 1929, p. 4-5.

417 (217). Discours présidentiel. *C. R. S. Soc. Géol. France*, n° 8, 29 avril 1929, p. 94-105.

418 (218). L'ancienneté de l'exploitation de l'étain dans le Nord-Ouest de l'Espagne. *C. R. Inst. franç. Anthrop.*, 20 février 1929, *in L'Anthropologie*, XXXIX, p. 134-136.

419 (219). Géologie et Géophysique appliquées à la prospection du pétrole et de la potasse. *Revue scient.*, LXVII, n° 14, 27 juillet, p. 425-426.

420 (221). Communication sur la nécessité de l'établissement de nouvelles cartes géologiques représentant la topographie souterraine. *IIe Congrès Internat. Forage*, Paris, 16 sept. 1929, p. 145, 146.

421 (221 *bis*). Id. *Rev. pétrolifère*, n° 337, 18 septembre, p. 1247-1248.

422 (231). Concessions de pétrole, potasse, gel gemme et sources salées *in Le sous-sol de la France*. Paris, *Office général minier*, in-8°, 2e édition, p. 32-35, 50-51, 110,184-185, 390-393, 457-459, etc..., 1930.

423 (237). Le Centenaire de la Société Géologique de France (1830-1930). *Revue scient.*, LXVIII, n° 17, 13 septembre 1930, p. 533-534.

424 (238). Pierre Termier (1859-1930). *Revue scient.* LXVIII, n° 21, 8 nov. 1930, p. 670-671.

425 (248). La région de Beariz (Galice orientale). *Ass. Franç. Avanc. Sc.* LIV, Congrès d'Alger, 1931, p. 757-760.

426 (250). Présentation de la première minute d'une Carte géologique provisoire de l'Afrique centrale au 5.000.000e, établie par M. Jean Lombard. *C. R. S. Soc. Géol. France*, 15 juin 1931, p. 158-159.

427 (256). La Géologie du Pétrole. *Bull. Ass. Franç. Avanc. Sc.*, n. s., n° 95, octobre 1931, p. 379-384.

428 (257 *bis*). Un itinéraire géologique à travers les Alpes Françaises de Vouppe à Grenoble et en Maurienne. *Revue scient.*, LXIX, n° 20, 24 octobre 1931, p. 639.

429 (258). Une bibliographie géologique et minéralogique française. *Mines, Carrières, Grandes entreprises*, X, n° 109, novembre 1931, p. 275-276.

430 (260). Les progrès récents de la Géologie. *Revue scient.* LXX, n° 2, 23 janvier 1932, p. 33-44, 26 fig.

431 (274). Stéphane Gsell, notice nécrologique. *Journ. Soc. Africanistes*, II, 1932, p. 243-244.

432 (275). La Géologie des Engrais minéraux. I. Phosphates de chaux. *Bull. Ass. Franç. Avanc. Sc.*, LXII, n° 110, mars 1933, p. 63-73.

433 (294). Allocution présidentielle. *Bull. Soc. Zool. France*, LIX, 9 janvier 1934, p. 2-6.

434 (296). Discours présidentiel. *Bull. Soc. Zool. France.* LIX, 27 février 1934, p. 105-107.

435 (301). La Géologie des Engrais minéraux, II, Potasse. *Bull. Ass. Franç. Avanc. Sc.*, LXIII, n° 122, p. 335-340, 1934.

436 (302). Paul Lemoine. Notice. *Bull. Ass. Franç. Avanc. Sc.*, LXIII, 1934, n° 118, p. 9-11.

437 (325). Allocution présidentielle. *Bull. Soc. Zool. France*, LX, p. 1-2, 1935.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

438 (344). La radiesthésie. *La Nature*, n° 2989, 15 novembre 1936, p. 465-467.
439 (346). Henri Martin. Nécrologie. *Bull. Soc. Préhist. française*, 1936.
440 (347). Alfred Beaugé (1878-1935). Notice nécrologique. *Bull. Soc. Géol. France*, 5, VI, p. 113-129, 1 pl. phot., 1936.
441 (347 *bis*). In Memorian Alfred Beaugé. Jacquet et l'Hôpital, grav. imprim., in-8°, p. 11-13, 1936.
442 (350). Les courants marins aux époques géologiques. *Sciences, Bull. Ass. Franç. Avanc. Sc.*, LXIV, n° 6, 1937, p. 261-275, 2 fig.
443 (352 *bis*). Rapport sur l'attribution du prix Fontannes à M. Henri Termier. *C. R. S. Soc. Géol. France*, n° 11, 1937, p. 143.
444 (353). Anciens courants marins et plancton fossile paléozoïque. *La Nature*, n° 3002, 1er juin 1938, p. 489-493, 25 fig.
445. Feuille de Soissons au 80.000e. Serv. Carte Géol. France (Révision). Tracés amorcés par L. Joleaud, repris sur le terrain et terminés par R. Soyer (Sous presse).
446. **Titres et travaux scientifiques**, Paris, 1927, p. 1-136.
447. **Titres et travaux scientifiques (Supplément)**, Casablanca, 1937, p. 1-22.
448. L'évolution des idées récentes en Égyptologie sous l'influence d'Alexandre Moret. *Journal des Africanistes*, t. VIII, fasc. 1, 1938, p. 57-63.
449. Alexandre Moret (1868-1938). *Revue scient.*. LXXVI, n° 5, 15 mai 1938, p. 177-179.

IX. — DISCOURS ET NOTICES SUR L. JOLEAUD

450. L. Gentil. Rapport sur l'attribution du Prix Viquesnel à M. Léonce Joleaud. *C. R. S. Soc. Géol. Franç.* 8 mai 1916, p. 67-71.
451. Ch. Jacob. Discours à ses obsèques.
452. E. Bourdelle. Nécrologie sur Léonce Joleaud. *Mammalia*, t. II, n° 2, 1938.
453. P. Lester. Nécrologie : Léonce Joleaud. *Journal des Africanistes*, t. VIII, fasc. II, 1938, p. 201-206, 1 pl.
454. M. Dalloni. Nécrologie : Léonce Joleaud. *Bull. Soc. Hist. Nat. Af. d. N.*, XXIX, 1938, p. 532-534.
455. H. Alimen. Nécrologie : Léonce Joleaud. *Ann. Université de Paris*, 13e année, 1938, n° 3, p. 284-286.
456. H. Alimen. Nécrologie : Léonce Joleaud. *Bull. Ass. Anc. Él. Éc. Norm. sup. Fontenay-aux-Roses*, nouv. sér., n° 40, 1938, p. 20-24.
457. R. Anthony. Nécrologie Léonce Joleaud. *Rev. Gén. des Sc.*, t. XLIX, n° 11, 15 juin 1938, p. 284.
458. Anonyme. Mort de L. Joleaud, Professeur à la Sorbonne. *Revue pétrolifère*, n° 783, 29 avril 1938.
459. J. Marçais. *Hesperis*, 1939.
460. M. Mauss. Nécrologie : 18 mai 1938. I. F. A. *C. R. Inst. franç. Anthrop.* in *L'Anthropologie*, XLIX, n° 2, p. 242-243, 1939.
461. Henri Heim de Balsac. Nécrologie. *Alauda*, sér. III, 10e année, p. 379-380.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Liste des collaborateurs de L. Joleaud.

Abrard (R.). 409.
Beauge (A.). 69.
Bertrand (Léon). 123 à 126, 128, 129, 131, 139, 143.
Castellani. 242.
Chatelet. 109.
Chevalier (A.). 238.
Cuvillier. 304.
Debruge. 170.
Depéret (Ch.). 167.
Gentil (Louis). 40 à 45, 47, 48, 50, 52, 54.
Jodot (P.). 390.
Joleaud (A.). 113, 259.
Joly (A.). 22, 157, 158, 159.
Laffitte (R.). 227, 228, 233.
Lemoine (Paul). 390, 409.
Lombard (J.). 302, 303.
Lugeon. 44, 45, 47, 48, 52.
Malavoy. 195.
Marçais (G.). 170.
Menchikoff (N.). 232.
Pallary. 345.
Petit (Georges). 238.
Repelin. 114.
Roman. 106.
Roubault (M.). 254.
Soyer. 445.
Teilhard de Chardin (P.). 390.
Termier (Pierre). 115 à 120.
Te-You-Hsu. 306.

Localités citées dans les titres et travaux de Léonce Joleaud.

Abyssinie. 300.
Adrar des Iforas. 232.
Ait Haddidou (Maroc). 223.
Akka (Maroc mérid.). 243.
Antsirabe (Madagascar). 131, 143, 144.
Atlantide. 349, 354.
Aurès. 233.
Avignon. 115.
Azoua (Niger). 222.
Berre (Étang de) (Bouches-du-Rhône. 109.
Betsiboka (Madagascar). 123, 124, 143, 144.
Bizerte (Tunisie). 40.
Bône (Constantine). 98, 99, 167, 224.
Bou Nouara (Constantine). 170.
Calle (La) (Constantine). 99, 167.
Canaries. 229.
Cap Saint-André (Madagascar). 139.
Cap Vert (Iles du). 238.
Caraibien (Chenal sud). 324.
Champlain (Algérie). 242.
Chari (Oubanghi). 237.
Chettaba. 38.
Colombie. 146 à 153, 182.
Comtat-Venaissin. 102, 107, 112.
Congo (Moyen). 237.
Constantine (Algérie). 3, 7, 8, 15, 16, 23, 38, 53, 84, 101, 155, 157, 157 *bis*, 158, 159, 168.
Corse. 331 à 353, 335 à 340.
Damergou (Niger). 306.
Djebel.
Draa (Oued) (Maroc mérid.). 243.
Edough. 254.
Égypte. 174, 214, 236, 304, 344.
El Aria. 17.
Estaque (L') (Bouches-du-Rhône). 109.
Éthiopie. 264, 294.
Filfila (Djebel). 31.
Floridien (Chenal nord). 324.
Gigondas (Vaucluse). 104-106.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Grotte des Pigeons (Constantine). 169.
Hammam-Meskoutin (Constantine). 36, 37.
Iforas (Adrar des). 232.
Iles britanniques. 352, 353.
Isle-sur-Sorgues (Vaucluse). 106.
Jemmapes (Algérie). 28.
Khanguet si Mohammed Tahar (Constantine). 227, 228.
Khroub. 100.
La Calle. 167.
L'Estaque (Bouches-du-Rhône), 109.
Libye. 250.
Marseille. 175.
Mechta el Arbi. 258.
Mechta-Chateaudun. 165.
Medea (Algérie). 242.
Meknès (Maroc). 69.
Moyen-Congo. 237.
Nador (Djebel). 20, 21.
Négrine (Algérie). 42.
Numidie. 25, 26, 30, 33 à 35.
Octeville-sur-mer (Seine-Inférieure). 289.
Omo. 294, 300.
Oubanghi-Chari. 237.
Ouled Abdoun (Maroc). 69.
Ounianga Kebir (Tibesti). 302.
Pacifique. 358, 359, 371.
Paris. 285.
Penthièvre. 95.
Philippeville (F. 14). 49.
Pigeons (Grotte des) (Constantine). 169.
Propiac (Drôme). 117.
Quillebeuf (Seine-Inférieure).
Quina (La). 191.
Ranobe (Moyen) (Madagascar). 141.
Ressas (Djebel) (Tunisie). 32.
Rio de Oro (Sahara occidental). 5, 6.
Rir (Oued) (Sahara Constantinois). 241.
Rummel (bassin du Haut). 22.
Sahara. 245, 247, 249, 250, 256, 307.
Sahara marocain. 360.
Saint-André (Cap) (Madagascar). 139.
Saint-Blaise (Bouches-du-Rhône). 109.
Saint-Charles (Constantine). 65.
Schuiggui (Tunisie). 51.
Sebou (Maroc). 44, 45, 47, 52.
Sidi bou Keim (Tunisie). 86.
Sidi Dris. 24.
Smendou. 4, 25.
Soissons. 445.
Sud-Rifain (Détroit). 48.
Suzette. 118, 119, 120.
Taboura (Djebel). 86.
Tanezrouft. 232.
Tanout (Niger). 306.
Taodenni. 230.
Tebour-Souk (Tunisie). 51.
Tibesti. 302.
Tliouanet (Oran). 55.
Toureuf (Djebel) (Tunisie). 86, 87, 88.
Tripolitaine. 234.
Tsiribihina (Madagascar). 123, 124, 143, 144.
Tunis. 42.
Vénézuela. 154.
Wimereux (Pas-de-Calais). 255.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

QUELQUES OBSERVATIONS SUR LE PHÉNOMÈNE DE PLISSEMENT FAITES DANS LES BASSINS HOUILLERS

PAR **Pierre Pruvost**[1].

PLANCHE XVII

Voici, groupées, quelques observations faites ces dernières années dans le gisement houiller du Nord de la France [2]. Modestes dans leur nature, elles se recommandent toutefois par une précision qu'elles doivent à un double privilège. Elles sont d'abord l'expression géométrique pure et simple des cheminements souterrains du mineur : l'allure des couches et les surfaces qu'elles dessinent sont définies par les plans d'exploitation. En second lieu, elles ont subi le contrôle d'une étude stratigraphique approfondie du terrain, basée sur l'utilisation des méthodes paléontologiques, appliquées depuis 30 ans au Musée houiller de l'Université de Lille, par M. Charles Barrois et ses élèves. La précision du lever a donc permis de définir avec le maximum de détails la nature des déformations subies par les terrains.

Les conclusions auxquelles elles conduisent, si elles n'ont pas l'attrait de la nouveauté, car elles ne font que confirmer certaines idées récemment acquises sur le mécanisme de la déformation orogénique, ont le mérite de la solidité. Elles la doivent à cette circonstance d'avoir été précédées d'une analyse stratigraphique laborieuse, au cours de laquelle l'esprit s'est imposé la rigoureuse discipline d'éviter toute synthèse prématurée.

C'est la raison pour laquelle l'objet de cette note est volontairement limité à quelques cas sérieusement vérifiés.

I. — LES DRESSANTS DE LA CUVETTE DE DENAIN.

Nous prendrons un premier exemple dans le bassin houiller de Valenciennes et dans sa partie méridionale. C'est une coupe (fig. 1), dressée par la Compagnie des Mines d'Anzin et intéres-

1. Note présentée à la séance du 19 juin 1939.

2. La teneur de cette note a été exposée, pour la première fois, dans une conférence faite à l'Université de Londres (University College) le 10 novembre 1938, sous le titre : « Coal accumulation and crustal deformation » ; mais, comme elle n'a pas été publiée, nous avons désiré la soumettre aux réflexions et aux critiques des Membres de la Société géologique de France.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

sant la moitié méridionale de la Cuvette de charbons gras de Denain. Cette Cuvette de Denain est un synclinal de terrain houiller, compris entre l'accident inverse de la Faille centrale (ou faille Barrois) au Nord et, au Sud, la Grande faille du Midi. Ce synclinal est dissymétrique ; son flanc sud est renversé et le long du Cran de retour, accident installé dans la charnière synclinale, le flanc renversé a chevauché l'aile nord du pli. La coupe de la figure 1 intéresse seulement l'écaille située au Sud du Cran de retour [1].

Un premier coup d'œil sur cette coupe révèle que les allures du terrain houiller, près de la surface, au voisinage des terrains crétacés, sont très calmes et dessinent un synclinal régulier, à fond plat, légèrement dissymétrique par accentuation du pendage sur le bord sud.

Au contraire, la même coupe, à la profondeur — 500, montre des terrains fortement plissés, où les « dressants » renversés dominent, accompagnés d'un empilement de petites écailles poussées au Nord le long de failles-plates. Prises isolément, ces deux coupes, au niveau ± 0 et au niveau — 500, paraîtraient étrangères l'une à l'autre. Et pourtant elles se raccordent par une variation continue des allures intermédiaires.

Arrêtons-nous à quelques détails : la faille de l'Enclos présente en profondeur (sous la cote — 500) un rejet horizontal de 450 mètres (entre b et b') ; vers le haut, elle s'atténue rapidement et devient nulle. C'est à peine, en effet, si elle découpe encore la veine Edouard et, dans la veine Zoé, elle se prolonge par une simple flexure.

Nous faisons une observation analogue, si nous considérons la propagation vers le haut des grands dressants de la fosse l'Enclos. Celui de veine Voisine (entre les points a et a') s'étend sur 550 mètres de longueur ; plus haut, le même pli (a-a') se retrouve dans la veine Edouard où il n'a plus que 150 mètres ; plus haut encore, dans veine Zoé, le dressant a-a' atteint à peine 60 mètres ; la veine Renard n'est plus affectée par lui. Le pli de Moyenne Veine et de veine Voisine, si aigu à l'étage — 500, est donc complètement amorti dans les couches situées stratigraphiquement et géométriquement 500 mètres plus haut à la fosse

1. Nous attirons l'attention sur le fait que toutes les allures dessinées en traits pleins sur cette coupe représentent la trace de veines qui ont été exploitées et que les détails de leur parcours sont rigoureusement exacts ; que d'autre part les deux horizons marins de Poissonnière (Veine Renard) et de la passée de Laure (entre Grande Veine et Moyenne Veine) fournissent des repères stratigraphiques précis.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

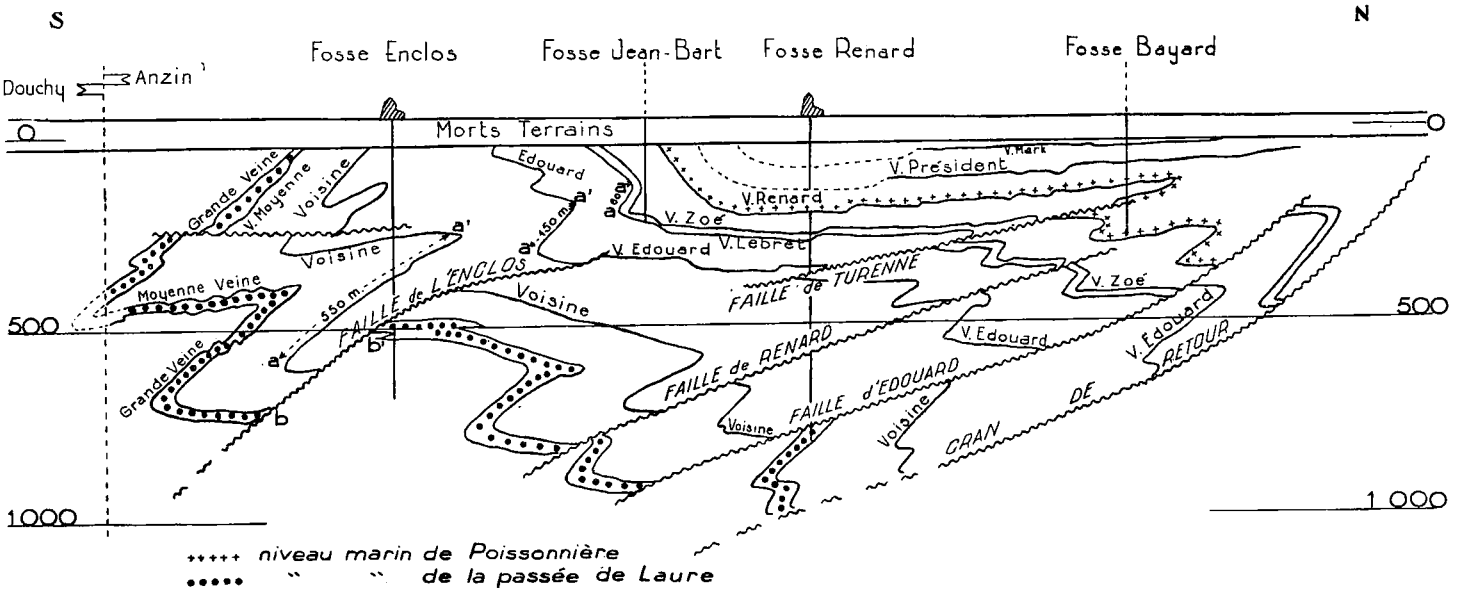


FIG. 1. — Coupe de la partie méridionale de la Cuvette de charbons gras, dans la région de Denain.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Renard. Ainsi, sur une épaisseur de terrains de 500 mètres, un accident anticlinal dépassant 500 mètres d'amplitude, disparaît progressivement et entièrement vers le haut et nous voyons à son voisinage des failles se transformer en plis de plus en plus faibles, dans la même direction. En d'autres termes, *une masse de terrains homogènes passe, par transition lente, de la tectonique brisante en profondeur, à des allures plissées, de plus en plus amorties, vers la surface.*

II. — La Faille des Plateures du Bassin du Pas-de-Calais.

Dans le prolongement du Bassin vers l'Ouest, sous le département du Pas-de-Calais, on peut faire des observations analogues.

La coupe de la Pl. XVII intéresse une région tectoniquement comparable à la précédente. Il s'agit de la zone du bassin située immédiatement sous le massif dévonien charrié le long de la Grande faille du Midi, qui est ici très peu inclinée sur l'horizon. Les veines de houille plongeant au Sud, sont renversées à l'approche de ce massif et la charnière de ce synclinal à flanc sud renversé est ordinairement rompue par la « faille des Plateures » séparant le flanc normal du pli d'un lambeau chevauchant de terrain houiller renversé. Telles sont, par exemple, les allures sur le territoire des concessions de Dourges et Courrières.

Dans la partie supérieure de la figure (Coupe AB), où le parcours des veines est dessiné d'après les traçages de l'exploitation, on remarque qu'à Courrières, le rejet de la Faille des Plateures déplace beaucoup moins vers le Nord le dressant renversé de la veine Sainte Barbe (130 m. de rejet) que celui de la veine Désirée (= Veine n° 4), située 100 mètres plus bas : le rejet est ici de 930 mètres.

Déjà cette image, tirée des plans d'exploitation, est fort suggestive. Mais elle le devient davantage, si comme nous l'avons fait dans cette figure, nous superposons à la coupe AB, prise à Courrières, la coupe parallèle CD, prise à Dourges, à 3 kilomètres à l'Est. Les couches s'ennoyant régulièrement à l'Ouest, il se trouve que la seconde coupe intéresse des terrains plus anciens que la première, ou, si l'on veut, une région plus profonde du gisement. Les deux coupes, ainsi projetées sur un plan vertical intermédiaire et parallèle, ont été raccordées l'une et l'autre au moyen des niveaux marins de Rimbert et Poissonnière. La coupe CD prolonge la coupe AB en profondeur.

Cette fois, c'est le niveau marin de Poissonnière renversé

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

(dont la position est bien connue dans les renversés de Dourges et qui est stratigraphiquement inférieur, d'environ 1.000 mètres, à la veine Désirée) qui nous permet d'apprécier le rejet de la Faille des Plateures, à plus grande profondeur. Il est transporté par elle vers le Nord à plus de 1 kilomètre et demi de la charnière, ou « Crochon », de son pli.

La figure 2 montre donc qu'il suffit de parcourir suivant la ligne de pente de cet accident une distance de 3 kilomètres de la profondeur vers la surface, pour voir s'amortir complètement un chevauchement de 1.500 mètres de rejet horizontal.

III. — Autres exemples.

Les deux exemples inédits que nous venons de citer ont été choisis parce qu'ils sont spécialement clairs. On pourrait les multiplier. On retrouve, par exemple, les mêmes faits sur le versant septentrional du bassin du Pas-de-Calais et les coupes publiées en 1934 [1] montrent que les failles Lafitte et Saint-Druon de Lens, qui apparaissent, dans les régions de culmination d'axes (à Meurchin, *op. cit*, fig. 1), comme des accidents aigus, représentant le flanc inverse laminé de plis, se transforment (à Béthune (fig. 2), qui est une région d'ennoyage) en des plis couchés (dressants de la fosse n° 4), lorsqu'elles affectent des parties stratigraphiquement plus élevées du gisement [2].

Il n'est enfin que d'évoquer l'allure brutale et cisaillante des accidents qui affectent le massif carbonifère du Boulonnais [3] où aucune charnière de pli n'est conservée et qui est une région de surélévation de l'axe du bassin, et de les rapprocher des coupes du même bassin houiller, prises plus à l'Ouest et à la partie supérieure du gisement, à Lens, par exemple, où la cuvette prend de la profondeur, pour se rendre compte de la généralité du phénomène : le flanc inverse des plis se rompt et la faille de rupture prend de plus en plus d'importance, lorsqu'on observe un accident de ce type de la surface vers la profondeur. De même le *nombre* des plis, des écailles et des failles inverses augmente dans cette direction. Sur une carte du Bassin houiller, ces

1. P. Bertrand et P. Pruvost. Structure du Bassin houiller du P. d. C. dans sa région centrale. *Ann. Soc. Géol. du Nord*, T. LIX (1934), p. 97, pl. V, fig. 1 et 2.

2. *Op. cit.*, p. 108.

3. P. Pruvost et G. Delépine. Observations sur la faille d'Hidrequent et sur les couches de base du Carbonifère dans le Bas-Boulonnais. *Bull. Soc. Géol. France*, 4e sér., t. XXI, pp. 189 à 206, 1921.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

failles apparaissent donc en plus grand nombre dans les régions où se relève l'axe de la cuvette houillère [1].

De même, dans le gisement houiller de Westphalie, les géologues allemands ont signalé des cas tout à fait précis, où des plis dans les veines inférieures du bassin s'atténuent progressivement vers la surface. Il nous suffit de renvoyer aux figures publiées en 1927 par R. Bärtling [2], par exemple celle du gisement de la mine Holland.

Des faits analogues sont également bien établis dans le Bassin houiller sarro-lorrain. En particulier l'accident de la Grande faille du Midi de Sarrebruck offre des variations de même ordre suivant qu'il affecte des zones superficielles ou profondes du bassin [3]. D'une simple voûte anticlinale couchée au Sud, au puits Simon de Petite-Rosselle, on voit, sur la surface topographique actuelle, cet accident s'exagérer à mesure que l'axe du pli s'élève. Le flanc inverse du pli s'étire en une faille inverse dont le rejet maximum se trouve dans la zone de culmination, entre Hirschbach et Bexbach. Et le rejet s'atténue progressivement à partir de ce point, tant au NE qu'au SW, en même temps que le pli de Sarrebruck s'ennoie.

Il semble bien que cette variation soit la règle pour toutes les failles produites par l'étirement du flanc inverse d'un anticlinal couché. Nous avons déjà énoncé ce fait de la façon suivante : « Les *failles inverses directionelles*, qui occupent le flanc étiré d'un pli anticlinal couché, s'observent au jour avec *leur maximum de rejet dans les aires de culmination du pli* ; elles s'atténuent et disparaissent dans les aires d'ennoyage. Ces accidents prennent dans la profondeur du pli la forme d'une cassure brutale et *diminuent progressivement d'importance vers la périphérie* » [4].

Ceci n'est que *l'expression purement géométrique* du phénomène, dépourvue de toute théorie relative à ses causes. Elle définit un cas particulier du passage, par variation continue, de la tectonique brisante, caractéristique du style des « plis de fond », à la tectonique souple, dite des « plis de couverture ».

1. Par exemple dans la région de Somain, pour le bassin de Valenciennes. Voir la Carte structurale publiée en 1932 (*Revue Industrie Minérale*, n° du 15 sept. 1932, pl. II).

2. R. Bartling. Das Verhältnis zwischen Sedimentation und Tektonik im Ruhrbezirk, *C. R. Congrès stratigr. Carbonifère*, Heerlen, 1927, p. 53. En particulier, voir fig. 3, p. 59.

3. P. Pruvost. Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine. III. Description géologique, *in Études Gîtes Minér. de la France* (Lille 1934), pp. 119 à 133, 135 à 139 et fig. 24.

4. *Op. cit.*, B. houiller de la Sarre et de la Lorraine, III (1934), p. 133.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

IV. — Interprétation théorique.

Si nous voulons maintenant remonter des effets aux causes, nous pouvons, *a priori*, invoquer deux sortes d'agents pour expliquer cette variation dans l'allure d'un accident de la profondeur vers la surface.

1° Les uns appartiennent au domaine de l'*espace* et résident dans *la nature physique* des terrains. On peut supposer que la rupture a été relativement instantanée, qu'elle s'est produite en profondeur et qu'elle s'est propagée vers la surface, avec des effets de plus en plus atténués, grâce à la réaction mécanique des roches : leur inertie ou leur élasticité amortissant progressivement l'amplitude de la déformation.

Cette hypothèse, qui attribue aux propriétés physiques des roches la responsabilité pour les différences observées dans leur mode de déformation, trouverait un support très sérieux si nous pouvions démontrer qu'il existe, à la base des séries sédimentaires déformées, un socle plus rigide, qui réagirait par cassures brutales aux efforts tectoniques, et dont les ruptures se propageraient aux assises les plus voisines des terrains de couverture, en réalité plus élastiques. Mais précisément ce n'est point le cas pour les exemples tirés du bassin houiller du Nord. Sous la série visible dans la coupe de la figure 1, on sait que viennent au moins 300 m. de terrain houiller inférieur, de mêmes caractères physiques que le houiller productif, puis le Calcaire carbonifère, épais aussi de quelques centaines de mètres, puis les grès schistes et calcaires du Dévonien, puissants d'au moins 2.000 m., puis les schistes siluriens et l'ensemble de ces terrains, dépassant plusieurs kilomètres d'épaisseur, ne se comporte pas de façon différente du Houiller, vis-à-vis des actions mécaniques.

La présence, dans la profondeur immédiate, d'un noyau de terrains extrêmement rigides, ne peut donc être invoquée ici pour expliquer les ruptures brutales observées dans les étages inférieurs de la formation houillère.

2° L'autre explication trouve au contraire dans la *durée* du phénomène la cause principale de cette variation. Sans nier le rôle joué par le milieu physique, dont l'action opère d'ailleurs dans le même sens, en amortissant vers la surface une rupture d'origine profonde, il paraît séduisant d'invoquer le *temps écoulé* comme facteur principal. La déformation orogénique ne serait-elle pas un phénomène relativement continu, s'étendant sur une longue période géologique ? S'il en est ainsi, nous pouvons com-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

prendre que des couches plus anciennes, donc plus profondes, soumises à la déformation aussitôt déposées, puissent avoir souffert davantage d'un effort tectonique précoce et prolongé, parce qu'elles en ont été affectées plus longtemps que les dépôts ultérieurs de la même série, plus récemment incorporés à l'aire déformée [1].

Par conséquent, si nous pouvons démontrer que le phénomène orogénique était en cours de développement dès la période de sédimentation houillère, nous aurons, semble-t-il, l'explication la plus simple et la plus générale des faits que nous venons de décrire. Or, c'est précisément le cas.

Les failles plissées. — Une première *indication* dans ce sens est déjà donnée par les curieuses « failles plissées », décrites dans le terrain houiller de Belgique, par M. A. Renier [2].

L'étude stratigraphique très détaillée de certaines coupes de terrain houiller a permis à M. A. Renier d'établir que des failles de charriage ont été reprises et déformées par le plissement. Elles prennent alors une allure rigoureusement parallèle aux couches qu'elles séparent ; elles épousent exactement les plis qui affectent ces dernières. L'intensité de ces plis permet d'affirmer que ces failles avaient cessé de jouer comme surfaces de chevauchement, avant que le plissement ait affecté harmoniquement l'ensemble des unités tectoniques superposées grâce à ces failles.

Nous avons ici une preuve d'ordre géométrique que le phénomène de plissement s'est accompli par étapes successives, loin d'être limité à une seule période de paroxysme [3]. Mais cette observation ne suffit pas à étayer la thèse d'une déformation contemporaine du dépôt, car si le cas invoqué montre que ces dislocations successives se sont étendues sur une certaine durée, rien ne prouve encore qu'elles n'aient pas été toutes tardives.

1. C'est à cette hypothèse que s'est rangé, dès 1927, M. R. Bärtling (*op. cit.*, p. 74). Mais la preuve d'ordre stratigraphique, la seule décisive, manquait alors. Elle a été apportée ultérieurement, comme nous allons le voir, pour ce qui concerne le bassin franco-belge-westphalien, par la découverte de fossiles dans le conglomérat de Roucourt.

2. Voir en particulier : A. Renier. Description de la coupe du puits n° 3 du Charbonnage du Boubier, à Bouffioulx. *Bull. Soc. belge Géologie*, t. XLI (1932), p. 268, pl. IV et V. Voir principalement les figures 11 et 12 de la pl. V.

3. Il semble que, d'après ce que nous avons vu plus haut, on puisse distinguer au moins 3 stades dans l'évolution d'un accident de ce genre :

1° formation de plis couchés ; 2° rupture de leur flanc inverse et étirement en failles de charriage (chevauchement des écailles) ; 3° déformation des surfaces de charriage et plissement global du système d'écailles.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Roches houillères remaniées dans les conglomérats houillers. — C'est, en effet, dans l'analyse stratigraphique et pétrographique des sédiments houillers qu'il faut rechercher les preuves des déformations tectoniques contemporaines.

On connaît, soit dans les stériles, soit dans les veines de houille elles-mêmes, des galets de charbon, de grès, de schistes houillers ou encore des galets de phtanites à radiolaires provenant des couches de base de la formation houillère; ils ont été rencontrés à tous les niveaux du terrain westphalien.

Pour limiter nos références au seul bassin du Nord de la France, rappelons que le poudingue de Flines, situé en ce point à 300 m. au-dessus du Calcaire carbonifère, renferme, à la Fosse Boca des Mines de Douchy, des galets de ce calcaire [1]; que la veine du Nord d'Aniche, située à la base de l'assise de Vicoigne (Westphalien A), renferme des galets de quartzite provenant de l'assise de Flines (Namurien) d'après les études de M. Ch. Barrois [2]; que le poudingue au toit de la veine Édouard du Bassin du Pas-de-Calais, situé au sommet de l'assise de Bruay, à 1.500 m. au-dessus de la base du terrain houiller, contient, avec d'autres roches exotiques, de nombreux galets de phtanites namuriens [3].

Les dépôts houillers étant ici concordants sur leur substratum, il faut donc admettre, pour expliquer ces apports, dans le bassin de sédimentation, de roches arrachées aux assises précédemments déposées, que des soulèvements locaux ont amené au jour et livré à l'érosion des dépôts qui normalement auraient dû demeurer protégés par les sédiments ultérieurs.

Cependant, dans tous les cas évoqués jusqu'ici, ces conglomérats gisent interstratifiés dans la série sédimentaire de la cuvette houillère, sans discordance notable avec les terrains encaissants et ceci ne permettait pas de supposer autre chose que des déformations de faible amplitude, dans des régions peut-être assez éloignées de l'aire de dépôt des galets.

Le Conglomérat de Roucourt. — Le cas du Conglomérat de Roucourt est tout différent. Il apporte, en effet, la preuve que certaines *déformations majeures* du bassin houiller sont en réalité contemporaines du dépôt des veines de houille.

1. P. Pruvost. Aperçu stratigraphique sur le terrain houiller du N de la France. *Bull. Soc. Géol. France*, sér. 4, t. 28 (1928), p. 416, pl. 28, fig. 2.
2. Ch. Barrois. *Ann. Soc. Géol. du Nord*, t. 36 (1907), p. 304.
3. Ch. Barrois. *Ann. Soc. Géol. du Nord*, t. 30 (1901), p. 26 et t. 39 (1910), p. 310.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

L'étude détaillée de ce conglomérat et de son gisement a été publiée en 1930 [1]. Nous nous bornerons donc à résumer ce qui a rapport avec l'objet de la présente note.

1° Le Conglomérat de Roucourt est connu dans la partie Sud-Ouest de la concession d'Aniche, à proximité de la ville de Douai. Épais de plus de 350 m., il gît en couches à peu près horizontales, près du bord sud du bassin houiller, à peu de distance au Nord de la Grande faille du Midi, et repose sur la tranche des veines de houille grasse, verticales et même renversées, situées au Sud du Cran de Retour. La figure 2 résume ce que l'on connaît actuellement de l'allure du conglomérat par rapport aux formations qui l'environnent. Le conglomérat de Roucourt s'est donc déposé après que la déformation orogénique principale s'était accomplie dans cette région du bassin.

2° Le Conglomérat de Roucourt est effondré entre des failles verticales. Il représente un compartiment conservé, en un gisement très localisé, d'une formation primitivement plus étendue. Cette circonstance particulière explique que dans toute l'immense traînée houillère s'alignant du Pays de Galles à la Westphalie, Roucourt soit actuellement le seul point où un conglomérat analogue ait été rencontré ; l'érosion a pu détruire ailleurs les formations de même nature.

3° Il est composé de galets de toutes les roches houillères, carbonifères et dévoniennes du voisinage immédiat et provenant principalement du Sud (galets de grès famenniens à *Sp. Verneuili*, de calcaires dinantiens, de grès et schistes houillers, de charbon, de phtanites namuriens, de quartzites gédinniens (plus rares), cimentés dans une pâte argilo-gréseuse, souvent calcaire, rouge, verte ou grise).

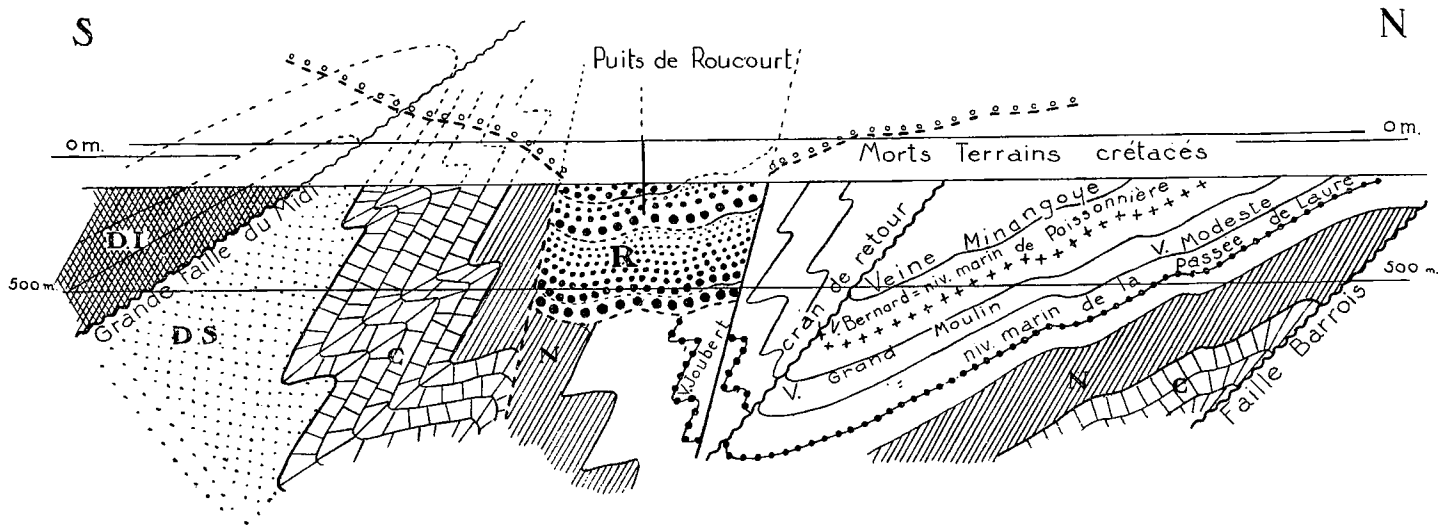
Ses éléments proviennent évidemment de l'attaque par l'érosion d'une cordillère formée par la surrection de l'anticlinal du Condros, le long du charriage de la Grande faille du Midi.

4° Les galets bien arrondis mal calibrés sont de toutes tailles et rassemblés pêle-mêle. Certains pèsent plusieurs tonnes et leur transport implique l'existence de *pentes très fortes* à l'époque de leur dépôt.

5° Un lit de schiste intercalé entre les bancs conglomératiques à la fosse Saint-René des Mines d'Aniche (Étage 514) a fourni des empreintes de plantes qui ont permis, en 1930, de préciser l'âge de ce conglomérat. Loin d'être permo-triasique, comme

1. Ch. Barrois, P. Bertrand, P. Pruvost et P. Corsin. Le Conglomérat houiller de Roucourt, *C. R. du Congrès Intern. des Mines* (6e session, Liége, 1930), section de Géologie, p. 147-158, pl. III.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC



Gisement du Conglomérat de Roucourt à Aniche.

R; Conglomérat de Roucourt; N. Assises de Bruille et de Flines (Namurien); C: calcaire carbonifère; D.s: Dévonien superieur; D.i. Dévonien inferieur.

FIG. 2.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Gosselet avait pu, à bon droit, le supposer en 1877, lors de la découverte de ce conglomérat, il est d'*âge westphalien C*, d'après la flore qu'il renferme.

Le Conglomérat de Roucourt est exactement *contemporain des couches de Bruay*. Il ne peut même pas être question de lui attribuer un âge westphalien légèrement plus récent que ces couches, car sa flore est nettement plus ancienne que celle du Westphalien D (assise de la Houve), qui en Lorraine fait suite immédiatement aux couches synchroniques de celles de Bruay.

6° Il faut donc admettre que, tandis qu'au centre du bassin, à Bruay et à Mons, les veines de houille continuaient à se déposer, le bord sud du bassin était déjà érigé en un pli couché et faillé (Grande faille du Midi); que les couches houillères du bord sud (assises de Flines, Vicoigne et Anzin) étaient redressées et renversées; que sur leurs tranches livrées à l'érosion et déjà profondément entamées par elle, à la faveur de déclivités importantes, les décharges de galets arrachés à la cordillère du Condros venaient recouvrir, en une véritable formation de Piedmont, la lisière méridionale du bassin de sédimentation, elle-même renversée par des mouvements tectoniques de grande amplitude.

Or ces phénomènes avaient un écho lointain, au centre du bassin. Ils s'y traduisaient par l'arrivée, au toit de certaines veines de houille, comme la veine Édouard, des plus petits de ces galets exotiques, en des lits s'insérant dans la série sédimentaire, sans discordance visible des couches.

Conclusions.

Ainsi le progrès des observations faites ces dix dernières années dans le bassin houiller du Nord a apporté la preuve que *la déformation tectonique* qu'il a subie doit être regardée comme étant, pour une grande part, *contemporaine du dépôt* même de la houille.

Il semble bien que, s'il est indispensable, comme l'a fait avec grand mérite le prof. Hans Stille, de considérer et de décrire des phases paroxysmales successives et bien datées, au cours d'une période d'orogénèse; s'il est commode de situer chronologiquement ces phases, comme des jalons indispensables pour guider nos investigations; en réalité, nous ne devons pas perdre de vue qu'il y a une relation immédiate de cause à effet entre le phénomène de sédimentation, d'une part, et l'affaissement de l'aire de dépôt d'autre part, et par suite, entre ce phénomène de subsi-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

dence et la surrection compensatrice des aires anticlinales, où peut s'exercer, en même temps et très tôt, la dénudation.

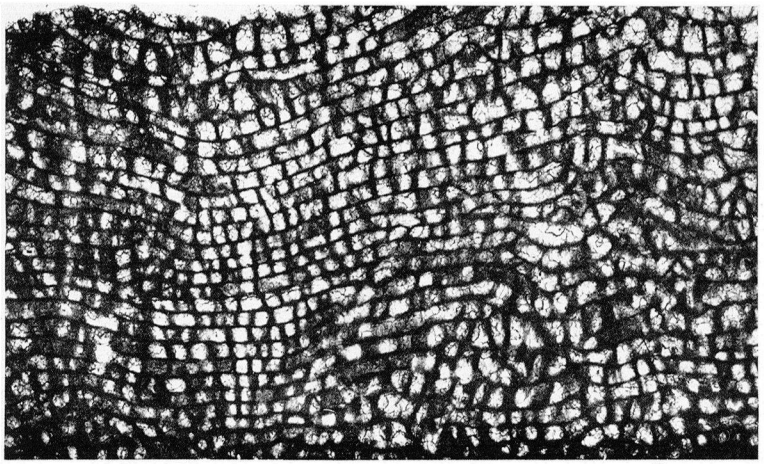
L'étude du bassin houiller du Nord apporte ainsi sa contribution aux idées qui, peu à peu, sont mises en lumière par les recherches stratigraphiques, chaque jour plus précises, entreprises dans les chaînes plus récentes, et particulièrement en France, dans les Alpes et les Pyrénées.

Les déformations subies par un bassin de sédimentation au cours de son comblement sont, non seulement les simples ébauches, mais l'exécution même, en cours de lent accomplissement, de sa destinée structurale. Ceci nous explique pourquoi, loin qu'il existe un divorce formel entre les contours tectoniques actuels et les lignes paléogéographiques originelles d'un bassin, ces dernières ont préfiguré, dans la plupart des cas, les traits principaux de sa structure finale.

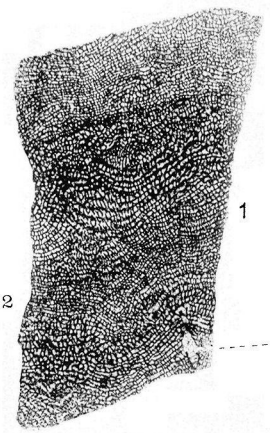
A. Bigot. — Dans la série des Phyllades briovériens du Massif armocain, les observations ne permettent pas de mettre en évidence des discordances. Dans cette série s'intercalent des lits de conglomérats avec galets de phtanite, de grès, de quartz filonien, de granite remaniés de couches antérieures (Conglomérats de Granville, poudingues de Gourin). MM. Louis Dangeard et Batard ont étudié ces conglomérats dans la région des Couëvrons (Sarthe). Ils en ont attribué l'origine à la destruction d'ébauches de plis, précédant les plissements cadomiens. La présence de galets de roches sédimentaires dans ces conglomérats briovériens est un nouvel argument en faveur de la lapidification rapide des sédiments, sur laquelle M. L. Cayeux a souvent appelé l'attention.

BIBLIOTHÈQUE DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS SORBONNE

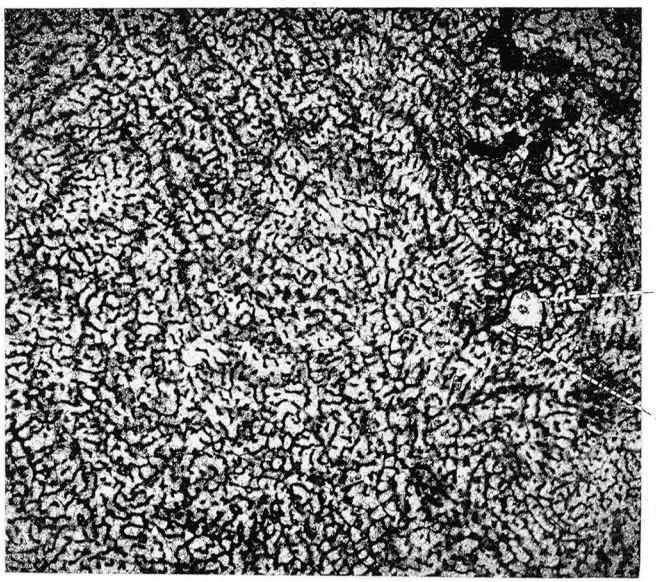
Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC



×11 2



×2

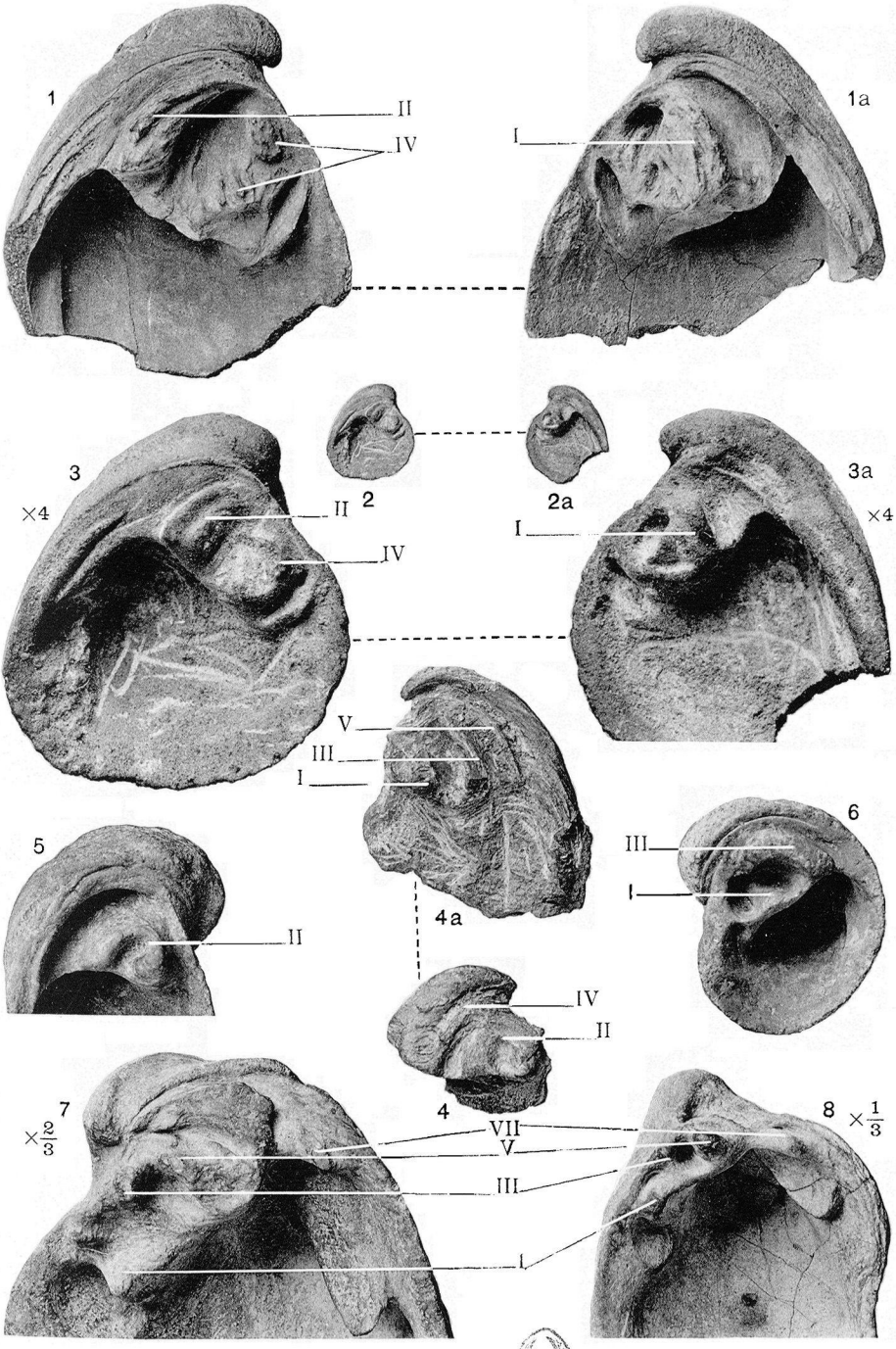


×6 3

A. Huber Phot.

Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

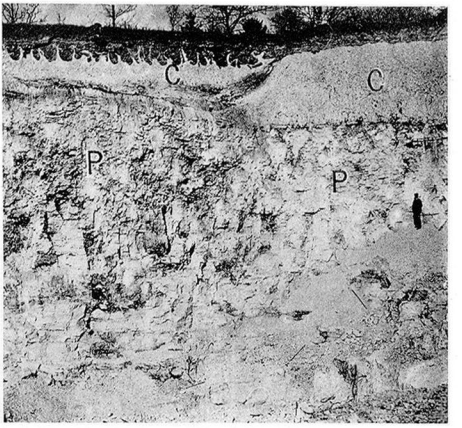


Cl. Cintract

Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

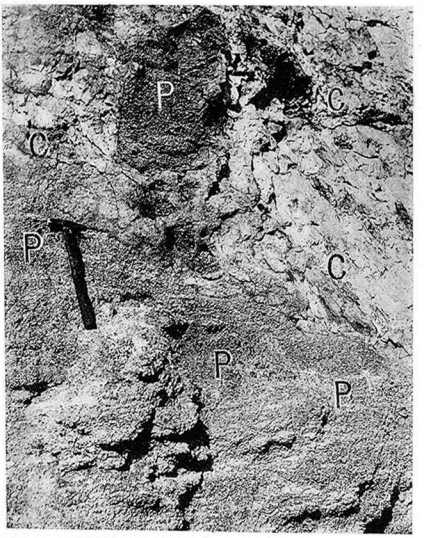
Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

1

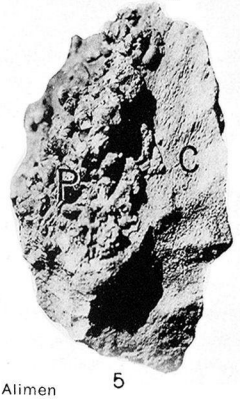


2

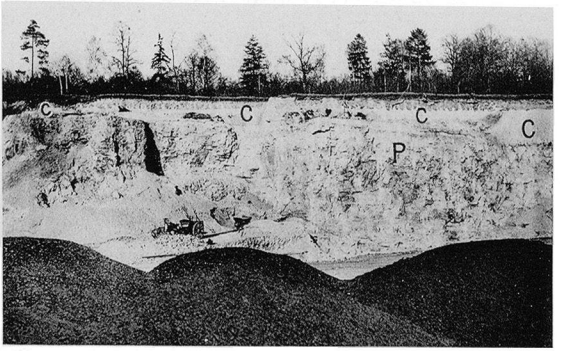
3



4



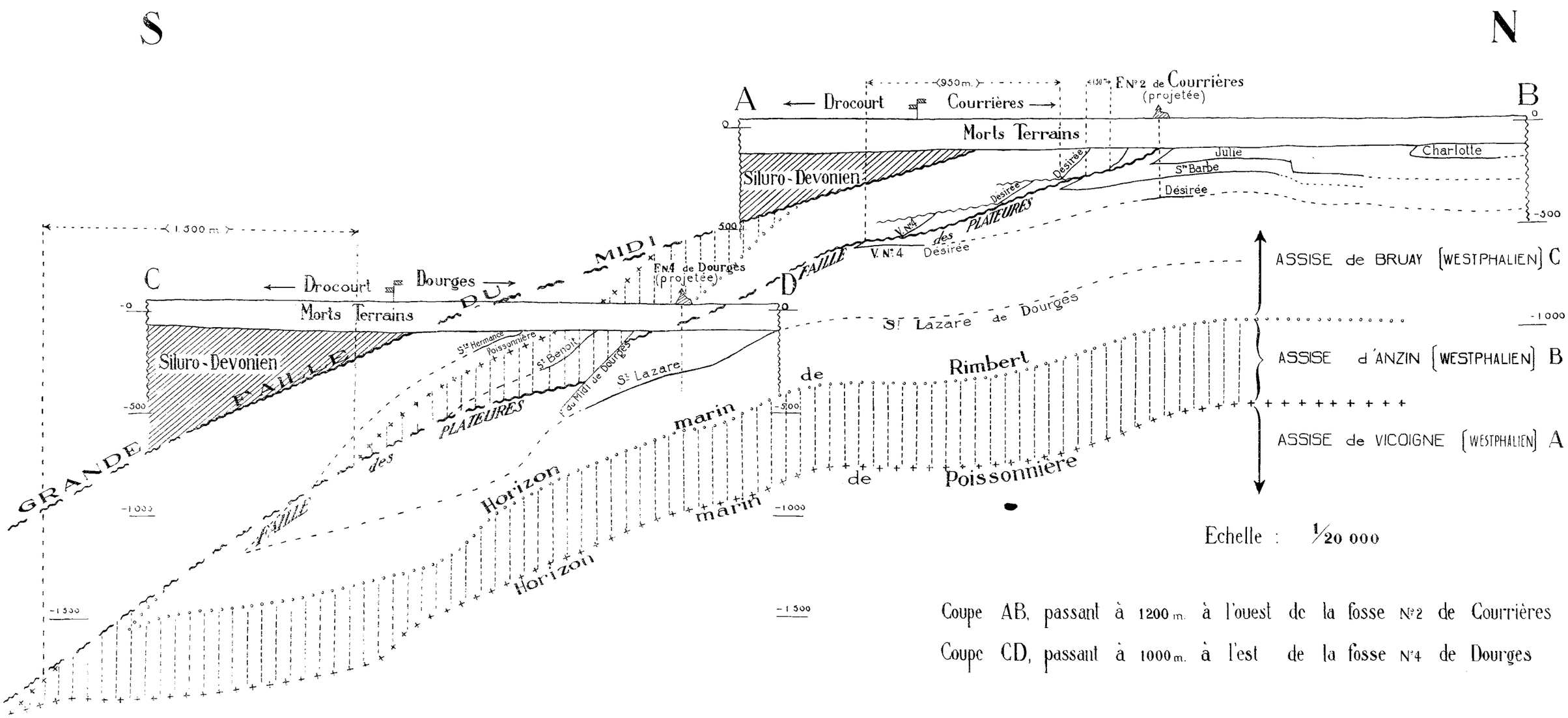
Cl. H. Alimen 5



6

Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC



Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

H. Douvillé

1846-1937

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

LA VIE ET L'ŒUVRE

DE

HENRI DOUVILLÉ

(1846-1937)

PAR **Charles Jacob.**

Pages

INTRODUCTION BIOGRAPHIQUE 323

PREMIÈRE PARTIE. **Les travaux géologiques**..... 330

I. COLLABORATION A LA CARTE GÉOLOGIQUE DE LA FRANCE. 330

Le Tertiaire de la région parisienne et de la vallée de la Loire. — Études lithologiques. — Le Jurassique et le Crétacé du Bassin de Paris et d'autres régions françaises.

II. LES ALPES, LE BASSIN D'AQUITAINE ET LES PYRÉNÉES..... 338

III. LES RÉGIONS EXOTIQUES..... 349

Indochine et régions voisines. — Indes britanniques. — L'Iran. — Amou et Syr-Daria. — Asie Mineure et Europe orientale. — Tertiaire de Tolède.

Le Nord-Est de l'Égypte. — Régions syriennes. — Abyssinie. — Madagascar. —Tunisie. — Algérie. — Maroc. — Soudan et Sénégal. — Angola.

Insulinde.

Amérique centrale. — Pérou.

IV. RÉSUMÉ STRATIGRAPHIQUE ET PALÉOGÉOGRAPHIQUE. — LA MÉSOGÉE..... 388

DEUXIÈME PARTIE. **Les travaux paléontologiques**..... 390

I. ÉTUDES DIVERSES..... 390

Algues calcaires. Échinodermes. Arthropodes. Vertébrés. — Spongiaires. — Hydrozoaires. — Bryozoaires symbiotiques des Pagures. — Bivalves et Annélides perforants.

II. FORAMINIFÈRES..... 396

Fusulines, *Loftusia* et Alvéolines. — Orbitolitidés. — Orbitolines et autres formes coniques. — Foraminifères rameux. — Miliolidés. — Nummulites. — Operculines, Assilines et Hétérostégines. — Rotalidés. Amphistégines. — Orbitoïdés : Origine. *Omphalocyclus. Orbitoïdes. Orthophragmina. Lepidocyclina.* — Généralités : Nature du test et forme, en rapport avec le mode de vie. Nucléoconque. Canaux.

13 juin 1940. Bull. Soc. Géol. Fr. (5), IX. — 21

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Pages

III. Brachiopodes 438

Brachiopodes paléozoïques perforés. — Brachiopodes mésozoïques : Térébratulidés.

IV. Lamellibranches autres que les Rudistes 446

Généralités : Valeur des caractères. Nature du test. Ligament. Forme de la coquille et mode de vie. Premières considérations sur la charnière.

Les Lamellibranches anciens et l'origine des groupes. — Trigonies.

Anisomyaires proprement dits. — *Monomyaires* : Pectinidés. Ostréidés. — Autres coquilles ostréiformes. *Chondrodonta.* Vulselles. *Myochama* et *Chamostrea.*

Hétérodontes proprement dits. — Remarques sur la charnière. — Formes à charnière lucinoïde : Astartes, Crassatelles et Cardites. *Cardium.* Lucines. *Corbis.* — Cyprines et Isocardes. — Cythéréidés ou Mérétricidés.

Desmodontes. — Desmodontes vrais. — Desmodontes dérivés des Hétérodontes.

Chames.

V. Rudistes 479

Introduction. Charnières : formes normales et formes inverses. Régions siphonales.

Les formes normales. — *Diceras. Matheronia. Toucasia. Apricardia. Requienia. Pseudotoucasia* et *Bayleia.*

Les formes inverses. — *Valletia. Monopleura. Polyconites. Gyropleura. Horiopleura.* — Caprotines. — Rudistes à canaux : Caprines. Caprinules. *Schiosia* et *Sphærocaprina. Plagioptychus* et *Mitrocaprina. Polyptychus.* — Radiolitidés. — Hippuritidés.

VI. Gastropodes 516

Nérinéidés. — Columbellines.

Formes primitives à plis columellaires chez les Cônes, les Strombes, les Fuseaux et les Volutes.

Cônes et Pleurotomes. — Aporrhaïdés et Rostellaridés. Buccins, Olives et Cyprées. — Tritons et Murex.

Cérithidés. — Campanilidés. — Melaniidés.

Mésalies, Turritelles et *Pseudomesalia.* — Scalaires. — Natices. — Néritidés.

Opisthobranches et Pulmonés.

VII. Céphalopodes 543

Nautiles.

Bélemnites.

Ammonoïdés. — Goniatites de la houille. — Ammonites jurassiques. — Ammonites du Crétacé.

CONCLUSION 559

LISTE DES TRAVAUX D'HENRI DOUVILLÉ 564

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

INTRODUCTION BIOGRAPHIQUE

Joseph-*Henri*-Ferdinand Douvillé était né le 16 juin 1846, à Toulouse, 17, rue des Filatiers, dans une jolie maison aux fenêtres Renaissance, qui subsiste à l'angle de la rue Joutx-Aigues et sur laquelle une plaque commémorative devrait être apposée.

Les ascendances sont intéressantes. Entre tant d'autres, elles montrent la lente ascension des générations, où la nation vient puiser une élite d'officiers, d'administrateurs, et aussi, comme dans le cas particulier, de grands savants.

Du côté paternel, la famille est originaire du Santerre, aux environs de Montdidier. Vers la fin du XVIII^e^ siècle, on la trouve à Andechy et à Marestmontiers dans le département actuel de la Somme. Les grand-parents, mariés en 1793, ont eu douze enfants. Les uns sont restés attachés à la terre. Les autres ont dû quitter le pays. Ce fut le cas du neuvième d'entre eux, Louis-Erasme. Engagé à dix-huit ans, en 1828, au 3^e^ régiment d'infanterie de la garde royale, ses états de service mentionnent ses divers grades jusqu'à celui de Capitaine-trésorier au 67^e^ régiment d'infanterie et à sa retraite en 1860. De nombreuses résidences y sont indiquées. A l'époque autant que maintenant, une carrière militaire promenait un officier à travers toute la France. C'est ainsi que Louis-Erasme tînt garnison à Toulouse et y épousa, le 22 octobre 1844, Victorine Vigniaux. De leur union ne devait naître qu'un enfant, Henri Douvillé.

Le côté maternel est peut-être plus curieux, plus suggestif à considérer. Il y a d'abord une sorte de dynastie des Reynaud. De père en fils, on les suit durant tout le XVIII^e^ siècle ; ils sont « maîtres-potiers d'étain », rue Balestrière, paroisse de la Dalbade à Toulouse, et s'apparentent au haut artisanat de la même paroisse et des deux voisines, celles de la Daurade et de Saint-Étienne. Un certain Jean Reynaud traverse la Révolution ; il y laisse son titre de « maître-potier d'étain », mais continue son métier. En 1767, il avait épousé Élisabeth Bellan et leurs six enfants ont eu des destinées diverses. L'aîné, le citoyen Guillaume, fut admis, le 3 frimaire an III, dans la première promotion de l'École centrale des Travaux publics, devenue peu après l'École polytechnique, et il en sortit Ingénieur des Ponts et Chaussées. H. Douvillé n'a pas connu ce grand-oncle maternel, mais il avait précieusement conservé ses papiers. Le second, Denis, garda le commerce de la rue Balestrière. Le troisième,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Abraham, plus nomade, fut chirurgien-major sous l'Empire, en Égypte, à la Grande Armée, en Espagne, en Allemagne ; enfin, mis en demi-solde après Waterloo, il se fixa à Nevers. Le quatrième, Jean-François, d'abord « élève de commerce », finit comme agent de change près la Bourse de Commerce de Toulouse. Des deux filles, la dernière, Joséphine Reynaud, grand-mère d'Henri Douvillé, n'est morte qu'en 1873, c'est-à-dire bien après l'entrée dans le Corps des Mines de son petit-fils, qui a pu veiller sur ses vieux jours. Quelle joie pour cette femme de l'avoir vu partir sur les traces de Guillaume Reynaud et le dépasser !

Épousant, en 1810, Bazile Vigniaud, Joséphine Reynaud était entrée dans une famille d'horlogers, installée précisément, 17, rue des Filatiers. Chez ces Vigniaux, comme chez les Reynaud, même profusion au XVIII^e siècle d'alliances avec des maîtres de corporations : « arquebusiers, orfèvres, ferblanquiers, cizeliers... » On les voit aussi étendre leur maison de Toulouse, acheter et revendre des terres, conserver en particulier une métairie que laisse à Castelnau-d'Estrètefonds l'un des leurs, le curé Jean-Mathieu Vigniaux. Bazile eut deux enfants, dont une fille, Victorine, la mère d'Henri Douvillé.

C'est en fait dans l'ambiance toulousaine que celui-ci passa la majeure partie de son enfance, tant en ville, dans les vieux quartiers si prenants, dominés par les clochers de la Daurade, de la Dalbade et de Saint-Étienne avec leurs joyeux carillons, qu'à la campagne, pendant les vacances, à Castelnau-d'Estrètefonds.

Cependant, lorsqu'on aborde les études, et par suite des changements de garnison du père, il apparaît sur les palmarès au lycée impérial d'Amiens, où il est porté comme élève externe en 1855-56. Mais, dès la rentrée d'octobre 56, on le trouve interne à Toulouse, dans l'incomparable lycée, bien proche de la rue des Filatiers et réunissant, mieux encore que celle-ci, une série de bâtiments des meilleures époques de l'architecture toulousaine. Il y poursuit toutes ses études ; chaque année c'est une moisson de prix jusqu'aux concours terminaux. En 1862, de la classe dite « Logique-Sciences », il est reçu, en se jouant, troisième à l'École navale. Mais l'exemple de l'oncle Guillaume veillait, et l'année suivante, H. Douvillé, lauréat du prix d'honneur de Mathématiques spéciales, entre avec le même troisième rang à l'École polytechnique.

Dès lors, sa carrière est lancée. Au premier classement, il est major de sa promotion. En 1865, il entre premier à l'École des Mines. Suivre les étapes dans le Corps des Mines ne serait que

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

rappeler des grades successifs jusqu'à celui d'Inspecteur général, finalement à une retraite prise le 1er août 1911. Cependant, les affectations, du reste peu nombreuses, doivent être retenues, car on les retrouvera dans l'analyse de ses travaux.

Après un voyage d'étude dans les massifs rhénans à sa sortie de l'École des Mines, il est attaché, le 1er octobre 1867, au Service de la Carte géologique de France, que dirigeait alors Élie de Beaumont. Il y reste cinq ans. Durant un court passage en province de 1872 à 1875, il est Ingénieur en service ordinaire à Bourges, puis à Limoges. Il revient ensuite à Paris, mais à l'École des Mines, comme attaché aux collections de Paléontologie sous la direction de Bayle, alors Professeur, qu'il remplacera en 1881 à la retraite de celui-ci. H. Douvillé a ainsi occupé la chaire de Paléontologie de l'École des Mines jusqu'en 1911, c'est-à-dire pendant trente ans. Mais jusque peu avant sa mort, le 19 janvier 1937, soit durant vingt-cinq années encore, il n'a cessé de revenir dans les collections qui, on le verra, sont inséparables de son œuvre paléontologique.

Dans une vie si simple et si droite, peu d'événements sont à retenir.

Pendant la guerre de 1870, avec ses camarades du Corps des Mines, notamment avec Auguste Michel-Lévy, H. Douvillé, Capitaine du génie, a participé à la défense du camp retranché de Paris.

Le 29 juillet 1876, il épousa Pauline Brisac, et bientôt le jeune ménage s'installait dans l'appartement, 207, boulevard Saint-Germain, où M. et Mme Henri Douvillé ont reçu avec largesse nombre de savants français et étrangers.

De ce mariage sont nés quatre enfants. Le troisième, Daniel, seul survit. Des deux filles, l'aînée, Marthe, s'était entièrement dévouée à son père; nous la rencontrions naguère, quand elle l'accompagnait dans ses déplacements scientifiques. Le second des enfants, Robert a été notre confrère; son œuvre, déjà de premier plan, fut tragiquement interrompue par la guerre, où, le 4 novembre 1914, il a été tué à l'ennemi, près de Berry-au-Bac, à l'âge de trente-trois ans. H. Douvillé parlait peu de lui; mais, dans quelques rares lettres intimes, on sent combien lui avait été dure la perte de ce fils, qu'il considérait comme son héritier scientifique. Il a eu du moins la consolation d'avoir à ses côtés, en ses années dernières, son petit-fils, François, fils de Robert, dont il surveillait les études, et encourageait, comme jadis pour Robert, les premiers efforts dans le domaine de la Géologie.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Peu soucieux des honneurs extérieurs, H. Douvillé ne les a jamais provoqués. Il fut cependant membre ou docteur *honoris causa* de nombreuses Académies, Sociétés et Universités étrangères ; il aurait pu l'être de bien d'autres. Le 29 avril 1907, à l'Académie des Sciences, il avait succédé à son collègue et ami Marcel Bertrand. Il a fait partie de notre Société depuis 1869, a assumé toutes les fonctions de son bureau et l'a présidée deux fois, en 1882 et en 1908. Pendant plus d'un demi-siècle, il a fréquenté nos séances avec une exceptionnelle assiduité et elle a joué un grand rôle dans sa vie. Aussi, peu de témoignages d'estime et de respect lui ont-ils été plus sensibles que l'attribution de notre grand prix, la Médaille Gaudry, en 1912, et l'inscription de son nom sur la liste de nos Membres à perpétuité, lorsqu'il s'est dessaisi à notre profit d'une partie importante de sa bibliothèque.

Venant à l'homme même, comment caractériser une aussi belle figure, toute d'intelligence, de clarté, de finesse, de discrétion et d'esprit critique bienveillant. Ses amis, ses confrères et ses élèves conservent le souvenir de son accueil cordial, soit chez lui, soit à l'École des Mines où il a tenu bien longtemps des assises régulières, le mercredi, entouré de confrères très chers, les Œhlert, Schlumberger, Dollfus, Lambert, à ne citer que ceux qu'ont connus les récentes générations. Chaque fois, pour les jeunes surtout, c'était un encouragement et une aide très avertie, retenant pour elle l'essentiel du labeur.

Le jeu de sa pensée et le développement de son travail s'éclaireront dans l'analyse de son œuvre, parfois ordonnée et équilibrée comme un paysage français. Il faut voir aussi ses manuscrits, tracés d'une jolie écriture, régulière, sans rature, sur le même format et avec la même fermeté jusqu'à la fin. Il faut regarder aussi les maquettes de ses planches et les ébauches de ses dessins à la chambre claire, propres, nets, repris jusqu'aux traits décisifs. Comme s'il avait pu soupçonner la longue durée que lui réservaient sa santé solide et sa sobriété, il ne s'est jamais hâté. Il était toutefois un ennemi résolu du temps gâché, sans aboutissement, même provisoire, faisant ainsi écho à la parole de Gœthe : « Employez le temps ; il nous échappe si vite ! Cependant l'ordre vous apprendra à en gagner. »

Ce n'est pas à dire qu'il ne sut se procurer des loisirs, dans une existence qui n'a jamais été tendue. Il cherchait surtout des distractions en rapport avec sa haute culture et ses goûts artistiques innés. Il lisait beaucoup. Chez lui abondaient les revues et les livres, souvent ouverts. De la bibliothèque de l'Institut,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

chaque lundi, on le voyait emporter des ouvrages, en apparence bien étrangers à ses études familières : littératures tant anciennes que modernes, archéologie, voyages, explorations en alimentaient les demandes principales. Il était aussi très amateur et averti des œuvres d'art. Collectionneur dans l'âme, il avait rassemblé dans son bel intérieur des meubles anciens, des tableaux, des fragments de vitraux, des bois sculptés, des céramiques et des fers forgés, choisis avec goût. C'était au surplus une découverte assez inattendue que de circuler en sa compagnie dans une vieille ville de France : chaque détail d'architecture ou de sculpture fixait l'attention de ce lointain descendant des maîtres de corporation du Toulouse d'autrefois.

Le même éclectisme, ouvert et singulièrement compréhensif, se retrouvera dans sa production scientifique.

A propos de celle-ci, il faut insister sur le milieu, sur le cadre surtout, dans lequel elle s'est principalement élaborée. Il a enseigné à l'École des Mines, faisant partie d'une grande équipe de camarades immédiats, Marcel Bertrand, Auguste Michel-Lévy et René Zeiller, ce dernier collaborant plus directement avec lui, comme il l'a rappelé [323], pour la détermination du matériel souvent de provenance lointaine.

Le matin, il travaillait chez lui. L'après-midi se passait à l'École des Mines, dans les collections, qui constituent pour les Invertébrés fossiles un instrument de travail parmi les plus beaux du monde.

Ces collections de l'École des Mines, à l'occasion de notices consacrées comme pour Zeiller à des confrères ou amis prématurément disparus, Chaper [126], Fontannes [60], Bayle [102], ou à propos du Congrès international de 1900 [143], il en a écrit l'histoire et célébré la magnificence.

Il reporte d'abord l'honneur de les avoir créées à son maître, Bayle, qui y avait été attaché dès 1844 et a inauguré en 1848 l'enseignement de la Paléontologie à l'École des Mines, pour y revenir jusqu'à sa mort en 1895.

L'organisation des collections, « c'est, dit H. Douvillé, l'œuvre capitale de Bayle, œuvre, il faut bien le dire, toute de dévouement à la science. Il lui a consacré tout son temps et toute son intelligence, négligeant, pour la mener à bonne fin, les travaux personnels qui lui eussent certainement rapporté pendant sa vie, plus d'honneur et de profits... Sans exagération, on peut dire que toute sa vie, il a travaillé pour les autres ».

Ainsi, sous la direction de Bayle, ont été acquises ou données

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

les grandes collections : de Koninck, Puzos, Michelin, Deshayes, Terquem, de Verneuil, Cotteau et bien d'autres. H. Douvillé continua la tradition en achetant la collection Étallon, en obtenant une partie de celle de son ami Francisque Fontannes, et aussi en incorporant ce qui lui arrivait de toutes parts.

Mais ces collections, il fallait les loger, et, au début, elles ont eu bien des tribulations qu'Henri Douvillé s'est plu [102, 126] à raconter. Il parle de leur transport dans les caves, lors de la guerre de 1870, pour les mettre à l'abri du bombardement. C'est ensuite leur désordre, lorsque la collection de Verneuil a été reléguée et entassée dans les combles de l'École. Pour en finir et obtenir une installation convenable, il fallut enfin procéder à une sorte de « coup d'état en miniature », dont il relate avec humour les curieuses péripéties : elles montrent qu'à l'époque, comme aujourd'hui et sans doute sous tous les régimes, le mieux pour aboutir est d'intéresser les grands de ce monde. La cheville ouvrière de l'affaire fut Maurice Chaper qui fréquentait l'École. Lié avec Bayan, attaché à Bayle comme H. Douvillé, Chaper avait des « relations » dans le monde politique, notamment avec un autre Ingénieur des mines, Béral, de l'entourage immédiat de Gambetta. Le grand homme d'État était alors Président de la Commission du budget, et l'on obtint qu'il vînt visiter les collections. « Gambetta, dit H. Douvillé, n'avait certainement jamais vu de fossiles... Il fut frappé de ce monde nouveau qui s'ouvrait devant lui... Il comprit bien vite... que ces restes d'animaux... pourraient peut-être un jour jeter quelque lumière sur le grand problème de l'origine des espèces et de l'origine de la vie... Mais il importait que le point de vue philosophique ne fît pas oublier le côté pratique et immédiatement utile de la paléontologie... Un hasard heureux vint donner à notre démonstration un appui inattendu : au nombre des visiteurs (les collections étaient ce jour-là ouvertes au public) se trouvait un homme en costume d'ouvrier, tellement absorbé dans l'examen de la collection qu'il ne fit pas la moindre attention à ce qui se passait autour de lui. Gambetta le remarqua... Cet incident, qui n'était pas pour déplaire aux sentiments démocratiques de l'illustre orateur, ne fut sans doute pas sans influence sur l'impression qu'il emporta. »

En fait, au budget de 1876, de premiers crédits furent ouverts. Puis on délogea, sans les consulter et non sans peine, le Directeur et l'Inspecteur de l'École « des appartements qui avaient une si belle vue sur les jardins du Luxembourg » et où « il ne paraissait vraiment pas nécessaire d'installer des collections de cailloux ».

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

La Paléontologie prenait possession de tout le second étage du bâtiment principal et arrivait à y disposer d'une surface de 1.000 mq, répartis en dix-sept salles, où l'on n'a pas cherché à « faire grand », mais à créer un instrument pratique et « à multiplier les surfaces d'exposition, qui représentent la partie vraiment utile des collections ». Pour le classement, après de nombreuses discussions et sur l'insistance de Bayan, on adopta l'ordre « paléontologique, permettant ainsi de saisir d'un seul coup d'œil l'ensemble des modifications qu'un type donné a éprouvées pendant la série des temps géologiques ».

Ainsi, lorsqu'en 1881, H. Douvillé a pris définitivement la succession de Bayle, les collections revêtaient à peu près leur réalisation définitive. Il avait à sa disposition le bel outil dont, sa vie durant, il s'est servi. Le nombre est considérable des échantillons qui ont effectivement passé par ses mains et qu'il a déplacés à maintes reprises, pour perfectionner sans cesse les ensembles que ses sagaces études recherchaient. A peu près sans crédits et sans personnel auxiliaire, il s'astreignait, suivant l'exemple de Bayle, à écrire lui-même les étiquettes. Aussi quelle était sa connaissance de toutes ces richesses ! On s'en rendait compte lorsqu'on apportait un fossile. Il avait généralement un sourire, soit que, ce qui était rare, il n'ait jamais vu ce qu'on lui montrait, soit qu'il sache vers quelle vitrine il fallait se diriger. Lorsqu'on lit ses travaux, on doit toujours penser à la collection de l'École des Mines et aller y chercher les justifications qu'on risque d'y trouver.

Cela s'entend pour ses publications paléontologiques, à vrai dire les plus connues. Mais on verra qu'Henri Douvillé a d'abord été géologue et qu'il l'est resté toute sa vie. Ses premiers travaux correspondent à des recherches sur le terrain. Puis ensuite, lorsque assez tard, la Paléontologie semble l'avoir pris tout entier, il n'en a pas moins continué, pendant les vacances et les villégiatures d'été, à observer en plein air. Et surtout au fur et à mesure que sa compétence s'est étendue et qu'il a reçu des quatre coins du monde des envois souvent considérables, il n'a jamais négligé le point de vue stratigraphique et paléo-géographique.

Dans l'exposé qui va suivre, on examinera tout d'abord ce qu'on peut appeler les travaux géologiques directs. Puis, dans un vaste périple autour de la terre, et dans un ordre géographique, seront reprises les considérations de géologie générale éparses à travers son œuvre. Il sera question enfin en détail des groupes d'animaux dont il s'est vraiment occupé.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Bien qu'étendue, cette analyse n'a naturellement pas la prétention de suppléer à la lecture d'une seule de ses publications, en particulier, pour la Paléontologie, de dispenser du recours aux dessins et planches innombrables, qu'il n'était pas question de reproduire ici, comme H. Douvillé l'a fait lui-même partiellement dans ses deux Notices [174 *bis*, 217]. Le but poursuivi est tout autre : on a cherché une sorte de groupement par sujets naturels, un répertoire, un commentaire rapide et une orientation à travers la longue liste bibliographique qui l'accompagne, orientation rendue peut-être nécessaire par le morcellement fréquent des publications. Sans doute, il y a dans l'œuvre d'Henri Douvillé des notes générales et de gros mémoires, écrits toujours avec une clarté magistrale et dans un style d'une simplicité et d'une précision rarement égalées. Mais sa vaste production est essentiellement celle d'un « chercheur », constamment en éveil. Un sujet est souvent repris, modifié, complété, avec le souci d'aller de l'avant, sans grande préoccupation didactique et sans rappeler toujours ce qui avait été dit antérieurement.

Première Partie.

LES TRAVAUX GÉOLOGIQUES

I

COLLABORATION A LA CARTE GÉOLOGIQUE DE LA FRANCE

La collaboration d'Henri Douvillé à la Carte, comme auteur de feuilles détaillées, a duré 12 années, de 1871 à 1883. Il s'est occupé des régions proches de Paris, en relevant par exemple avec Potier la faille de Vernon dans l'Eure et y étudiant les sables granitiques, en fournissant aussi des vues intéressantes sur les grès de Fontainebleau. Mais le véritable travail cohérent est celui qui a abouti aux Feuilles de Boulogne [1 et 7], Nancy [5], Gien [3] et Orléans [2], Bourges [4], enfin Blois [6].

Au sujet de ces feuilles, on peut faire une première remarque. Avec le Primaire du Boulonnais, le Secondaire de la même région, puis celui de Nancy et de Bourges, pour s'élever jusqu'au

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Tertiaire élevé de la vallée de la Loire, c'est à peu près toute la gamme stratigraphique qui est traversée. Si l'on y joint des observations latérales sur les roches éruptives avec Auguste Michel-Lévy, il était difficile de souhaiter au départ une éducation géologique plus variée.

Les tracés et les légendes de ces cartes apportent des modèles de compréhension et de rédaction claires, à une époque où l'on ne les surchargeait pas, comme on l'a fait depuis, parfois inutilement à l'échelle du 1/80.000e. Vers ces années de 1870 à 1880, tout n'était certes pas à édifier. La succession des terrains était à peu près établie, en particulier par les statistiques et monographies départementales du milieu du siècle dernier, aussi bien que par la collaboration de nombreux naturalistes et collectionneurs locaux. H. Douvillé en a largement profité, tout en apportant les compléments originaux qui vont être rappelés et groupés suivant trois ensembles principaux : les terrains oligocènes et miocènes du Bassin de Paris et de la vallée de la Loire à partir du substratum de la Beauce ; les travaux géologiques divers, pétrographiques et autres ; le Jurassique et le Crétacé de l'auréole parisienne, depuis le Boulonnais jusqu'au Berry et même à la Normandie. Chaque fois, sans s'astreindre à rester dans cette première période de sa vie, on y joindra les prolongements qu'il leur a donnés plus tard.

Le Tertiaire de la région parisienne et de la vallée de la Loire

Le substratum de la Beauce comporte, sous les sables de Fontainebleau, des calcaires d'eau douce, notamment celui de Château-Landon, dans la vallée du Loing au N de Montargis. H. Douvillé [8] le rapporte au Calcaire de Brie, et c'est là l'objet de sa première Note à la Société. Dans la légende de Gien, il attribue le même âge au Calcaire de Briare ; mais celui-ci pourrait être plus ancien et son niveau exact reste encore discuté.

Quant aux sables de Fontainebleau, comment expliquer les curieux et nombreux alignements de grès dirigés à peu près Est-Ouest, qui accidentent la Forêt et vont s'enfoncer sous la Beauce ? Belgrand accumulait les blocs de grès suivant de grands courants diluviens dirigés vers la Seine. Dans une note [55], dont toutes les observations subsistent, H. Douvillé controuve cette hypothèse : il n'y a pas de galets roulés suivant les prétendus courants diluviens ; les blocs, anguleux, sont à peine déplacés ;

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

les grès sont conservés parfois même encore en bancs continus vers le haut des sables. Il écarte aussi [90] l'intervention d'actions tectoniques, suggérées par Munier-Chalmas et autres, le calcaire de Brie sous-jacent aux sables et celui de Beauce qui les surmonte restant horizontaux. En réalité, la surface des sables est seule irrégulière et l'était avant le dépôt du calcaire de Beauce. A ce propos, H. Douvillé parle d'un régime dunaire pour les sables, hypothèse reprise tout dernièrement avec succès par M^lle^ Alimen, mais il ne s'y arrête pas et invoque, antérieurement au Calcaire de Beauce, une érosion des sables entre les bandes de grès. Reste la cimentation des grès. Il montre qu'il faut écarter les infiltrations calcaires venues *per descensum* du calcaire de Beauce, car il subsiste des sables non cohérents sous celui-ci et au-dessus des grès, qui sont du reste siliceux. On trouve au surplus de tels grès, allant jusqu'à des quartzites, en blocs, en lentilles ou même en alignements, non seulement dans la région de Fontainebleau, mais ailleurs et dans les trois niveaux classiques de sables siliceux du bassin de Paris. Leur consolidation a dû suivre de très près le dépôt des sables. Ici, ils ont pris naissance dans les dunes invoquées par M^lle^ Alimen.

Passant à la Beauce et aux formations plus élevées qui, à l'Ouest du Loing, mènent à la Loire, une première note [19], fondamentale, précise de haut en bas la succession suivante : I, une formation argilo-sableuse supérieure, culminant en haut des collines et prolongeant au Nord de la Loire les *sables de la Sologne* ; II, des marnes blanches, très constantes, dites *marnes de l'Orléanais* ; III, une formation argilo-sableuse moyenne, fossilifère, près d'Orléans, avec la faune de Mammifères bien connus des *sables de l'Orléanais* ; IV, un calcaire dit *calcaire de Beauce supérieur* ; V, une formation argilo-sableuse inférieure, la *mollasse du Gâtinais*, surtout nette vers le Sud-Est et y gagnant sur le niveau précédent ; VI, un *calcaire de Beauce inférieur* reposant sur les sables de Fontainebleau. Les marnes de l'Orléanais et le calcaire de Beauce se continuent jusqu'à Gien ; mais là, le calcaire de Beauce s'est déposé dans des dépressions séparées par des rides où affleure l'argile à silex. Quel est l'âge de ces accidents ? Cette question amène M. Douvillé à reprendre [20] le système du Sancerrois de Raulin, dans lequel il faut voir d'après Erbray un cortège de failles dirigées Nord-Sud. Celles-ci affectent le calcaire lacustre du Berry, très développé dans la vallée du Cher, succédant à du sidérolithique paléothérien, peut-être de l'âge du calcaire de Brie, mais que de Grossouvre vieillira plus tard pour le descendre dans l'Éocène supé-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

rieur. Quoi qu'il en soit, étant donné la liaison du calcaire de Beauce et des sables de Fontainebleau, c'est entre le calcaire de Brie sous-jacent et les sables que H. Douvillé loge le système du Sancerrois ; il serait antéstampien comme nous disons aujourd'hui, pyrénéen indiquait-il à l'époque d'après Dufrénoy.

Revenant sur les formations de l'Orléanais et de la Sologne, H. Douvillé [28, 30, 46 *quater*] insiste sur le fait que ses trois niveaux supérieurs, Sologne, marnes blanches et sables de l'Orléanais, sont concordants et se sont déposés dans un même bassin. Les sables de l'Orléanais présentent deux faciès : à l'Est, entre Gien et Boiscommun, il s'agit de sables argileux, sans fossiles, de 20 m. d'épaisseur, probablement lacustres, tandis qu'à l'Ouest, à partir de Neuville-aux-Bois et Fay-aux-Loges, les sables, plus purs, probablement fluviolacustres, renferment les nombreux restes des Vertébrés. Les marnes blanches, de 2 m. d'épaisseur, seraient un épisode lacustre, plus profond. Quant aux sables de la Sologne, beaucoup plus épais, de 60 à 70 m. de puissance, non lavés, mélange d'argile et de quartz souvent encore bipyramidé, H. Douvillé y voit un épisode comparable aux sables granitiques de l'Eure que nous retrouverons plus loin. Les terrains précédents ne dépassent pas au Sud un seuil d'argile à silex, depuis Montargis jusqu'à Aubigny et la Chapelle d'Anguillon ; ils ne pénètrent pas dans le haut bassin de la Loire ; c'est seulement en tirant vers Vierzon que, par la trouée de Barangeon, ils s'engagent dans la dépression déjà paléothérienne du haut bassin du Cher.

Allant à l'Ouest, dans le Blaisois, puis au Sud de la Loire, les travaux antérieurs et l'aide de le Mesle et de Franchet permettent à H. Douvillé de pousser les sables de l'Orléanais et de la Sologne jusqu'à Cheverny, dans le fond d'un bassin entaillé dans le calcaire de Beauce. Mais, plus au Sud arrivent les *faluns de Touraine* ; leur distribution diffère de celle des dépôts précédents. Passant sur les détails, c'est seulement en 1879 [36] qu'Henri Douvillé a fini par pouvoir observer leur superposition directe au cycle Sologne-Orléanais.

Une dernière mention est relative au *calcaire de Montabuzard* [42], confondu avec le calcaire de Beauce quoique la faune de Vertébrés soit déjà celle des sables de l'Orléanais. Tant en Touraine, à Chitenay et à Chevrenelles, que dans le gisement type de la colline d'Ingré au Nord-Ouest d'Orléans, H. Douvillé place le calcaire de Montabuzard à peu près au niveau de ses marnes blanches.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Ainsi, depuis le calcaire lacustre de Château-Landon jusqu'aux faluns de Touraine, on vient de voir les étapes franchies par des reconnaissances stratigraphiques, persévérantes et souvent difficiles.

Études lithologiques.

Tout ce qui précède est conduit non seulement au point de vue stratigraphique, mais aussi avec des préoccupations lithologiques. Par exemple, les sables de la Sologne soulèvent un ensemble de problèmes que, dira-t-il beaucoup plus tard, il n'a « jamais perdu de vue ». Il l'avait abordé dans l'Eure, avec Potier, sur la Feuille d'Évreux, à propos des « sables granitiques » du Bassin de Paris [9]. Il y est revenu bien souvent depuis, soit dans le même Bassin de Paris [11, 26, 27], soit dans le Massif Central [69], soit encore à Royan [148, etc.], jusqu'à des notes ultimes [409, 459, 460], où tout est repris et généralisé, peut-être même trop généralisé. Les formations dont il s'agit remplissent des fentes ou des poches, plus ou moins corrodées, ou bien s'étalent en grandes nappes comme celles de la Sologne, du Périgord, etc... Les caractères sont assez singuliers. L'argile y est abondante, mais une argile spéciale, kaolinique, très pure ; c'est une *argile chimique*, suivant le terme de Le Chatelier, par opposition aux *argiles sédimentaires* toujours impures. Le sable quartzeux s'y trouve intimement mélangé, mais non calibré ; les grains ne sont pas roulés ; ils montrent des angles vifs et sont souvent éclatés. Potier et H. Douvillé, dès le début, ont parlé d'*éruption* ou plutôt d'*injection* de ces sables et argiles. Stanislas Meunier emploiera à leur sujet le terme d'*alluvions verticales*, amenées par des eaux thermales acides. Bref, il s'agirait de venues profondes qui ont pu convoyer bien d'autres produits : du fer, de la silice, des sulfures, voire même le carbonate de chaux des calcaires lacustres. Cette théorie du sidérolithique au sens large, étendue « de Rouen à Royan », cherche son argument géologique final dans des craquelures de l'écorce, contrecoups des mouvements alpins à trois époques principales dans le Tertiaire. Ces hypothèses paraissent bien contestables. *In fine*, H. Douvillé écrivait lui-même : « Je sais bien que je ne suis pas à la mode ; mais les modes en géologie il faut s'en méfier ». Soit. Retenons que, sinon les théories, tout au moins les bonnes observations demeurent ; et, dans le cas particulier, elles sont souvent intéressantes et bien dignes d'être reprises, au moment où

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

l'étude des produits d'altération, en particulier l'étude de la formation des argiles suscite partout tant de travaux.

La curiosité lithologique de H. Douvillé à propos des roches sédimentaires reste constamment en éveil ; telle son idée de triage par inondation pour les cailloux roulés de la base du limon des plateaux parisiens [265], depôts récents dont il s'était déjà occupé à propos du gisement de Montreuil et de la limite du Pliocène et du Quaternaire [41, 46] ; telle sa reconnaissance de spicules d'éponges dans les phosphates jurassiques d'Argenton dans la Creuse [69].

De bien jolies remarques, tardives [454], sont consacrées aux silex, meulières et agates. Il y est conduit en comparant deux fossiles silicifiés de la Craie : un *Echinocorys* cassé, qui montre d'abord un remplissage de calcédonite impure, puis du quartz limpide ; une Rhynchonelle, complètement fermée, sans la bordure externe de calcédonite et comportant directement la géode de quartz. On saisit ainsi sur le vif une sorte de *filtrage* pour obtenir le quartz limpide, les impuretés produisant par contre la cristallisation en calcédonite. La conception peut s'étendre aux agates que renferment les géodes des roches éruptives ; dans les couches concentriques, les impuretés minérales, les oxydes métalliques, constituent les zones colorées, alors que des fibres de kaolin forment les zones blanches.

H. Douvillé avait toujours un microscope sur sa table, non seulement pour regarder les petits fossiles, mais aussi pour examiner les roches au polarisant. Il en avait acquis le goût au début de sa carrière, en assistant à l'essor des études lithologiques en France [22]. Plus directement, Auguste Michel-Lévy l'avait associé à ses études sur les granulites et porphyres quartzifères de la région d'Avallon [15], puis sur le kersanton de Bretagne [23]. Indépendamment de la diagnose des roches, tous deux s'étaient occupés de l'âge des venues éruptives, et, pour le kersanton, ils sont heureux [24] de voir leurs vues confirmées par Ch. Barrois.

L'âge, sinon des roches éruptives, tout au moins des plissements et des formations, avait du reste, dès le début, retenu l'attention de H. Douvillé à propos de la vallée du Rhin [10]. Sa note sur le sujet est bien intéressante : débarrassée des directions qui régnaient encore avec Élie de Beaumont et de Chancourtois, elle pose, avec une clarté lumineuse pour l'époque, la distinction entre les deux houillers d'Europe, celui du Bassin franco-belge

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

et celui des massifs hercyniens comme notre Massif Central, distinction qu'il souligne encore à la réunion de Roanne à propos de la classification de Grüner [13]. De toute cette première période, il avait conservé de l'intérêt pour les roches éruptives et les questions connexes. Sans parler des Pyrénées où nous viendrons ultérieurement, il a dit son mot sur la protogine du Pelvoux [43] et sur celle du Mont-Blanc [347], de même sur les premières époques géologiques et les gneiss [295 et 297], de même que sur les failles et les plis [175 *bis*, 205], etc.

Le Jurassique et le Crétacé du Bassin de Paris et d'autres régions françaises.

Sur le Jurassique, une première remarque est faite à la réunion de Roanne [14], où le calcaire de la Rajasse de la base du Lias, entre Vongy et Pouilly sur le versant Est du Val de la Loire, lui paraît rappeler le niveau de l'*Am. oxynotus* qu'il connaît dans le Cher.

Pour le Jurassique moyen, il s'étend plus spécialement sur celui de la Feuille de Nancy, qui la traverse en écharpe suivant la bande dite de la Forêt de Haye. Il donne ainsi [25] une bonne analyse du Bathonien des environs de Toul et de Neufchâteau, avec référence précise aux classiques repères anglais.

Le Jurassique supérieur de Bourges, étudié avec son ami E. Jourdy [16], l'amène à détailler en Champagne berrichonne les niveaux entre l'Oxfordien supérieur et les marnes à *Ex. virgula*. La série ne comporte guère que des calcaires à Spongiaires, des calcaires lithographiques et des calcaires à Astartes, qui se maintiennent à l'Ouest, dans l'Indre, tandis qu'en tirant à l'Est, vers l'Yonne, s'introduisent des calcaires coralliens. Un essai de classement est ébauché par rapport aux niveaux anglais ou aux deux étages qu'on appelait alors en France l'Argovien et le Corallien. Seul, il fournit [17] une liste raisonnée des fossiles, principalement des Ammonites et des Brachiopodes. Il reviendra plus tard sur le Jurassique du Berry, d'abord avec Rolland [49] en s'étendant à l'Ouest vers le Blanc et Poitiers. Puis, à nouveau seul [50], il souligne une lacune de base et une transgression des couches siliceuses de l'Oxfordien supérieur, sur le Callovien et le Bathonien depuis les Deux-Sèvres jusqu'au Morvan ; là, les faciès oolithiques ou suboolithiques, dits « de charriage », abondent. Après quoi, sur la bordure du Massif Central, il sera relayé par son ami A. de Grossouvre, avec qui une longue correspondance montre qu'il a entretenu des rapports constants.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Dans le Boulonnais, une comparaison avec les régions voisines [37] insiste en particulier sur la présence des Térébratules du type *humeralis* à la partie supérieure des calcaires à Astartes, alors qu'en dessous il s'agit du type *Egena*. Mais c'est là une remarque incidente à côté d'une note étendue [40] sur toute la bordure jurassique : Boulonnais, Meuse, Haute-Marne, Yonne et Berry, et même la Normandie. Comme dans le Berry, elle s'en tient à peu près à l'intervalle entre l'Oxfordien à *Am. Lamberti* et le Kimmeridgien à *Am. orthocera*. H. Douvillé constate la présence dans le Bassin de Paris, de trois épisodes coralligènes principaux, ceux que nous rangeons aujourd'hui aux trois niveaux du Lusitanien. Dès 1881, il en conclut que l'étage corallien est d'emploi difficile ; il le conserve, faute de mieux, quitte à réclamer « l'établissement de zones rigoureusement synchroniques » et, ajoute-t-il, « c'est vers ce but que doivent converger les efforts des géologues ». C'est en somme, posée d'une façon très claire, la méthode d'étude dont on sait la fortune ultérieure à propos de la répartition des faciès dans le Jurassique supérieur.

Du Jurassique boulonnais, H. Douvillé parlera une dernière fois, avec L. Rigaux [80], à propos du Cap Gris Nez, où, précisément, ils situent dans le Virgulien moyen à *Am. coletanus* l'épisode coralligène de la ferme de Belledale découvert par l'Abbé Bourgeat. En même temps, de jolies considérations tectoniques sont apportées sur les parages du Gris Nez. P. Pruvost les reprendra et les étendra par la suite, en revisant la Feuille de Boulogne pour la 3e édition.

En Normandie, de nombreux séjours à Villers lui font d'abord souligner [51 *bis*] la présence des restes d'un Mégalosaurien de grande taille dans les argiles oxfordiennes. Puis c'est la découverte d'une faille, dirigée Sud-Est, au-dessus de la gare de Villers et affaissant la bordure côtière [131]. Dans le prolongement occidental de cette faille, à la base de la digue de Villers au bout de la rue de la Mer, le flot a dégagé momentanément du Callovien authentique, d'autant plus intéressant que jusque là l'étage n'apparaissait nulle part le long de la falaise normande [129].

Dès 1884, la connaissance qu'avait H. Douvillé du Jurassique, l'amenait à étudier, avec Ph. Zürcher [47], les fossiles recueillis, dans la zone à *Am. Sowerbyi*, aux environs de Toulon, tant par ce dernier que par Albert de Lapparent et le Frère Ubald ; d'où une note importante [48] qui nous retiendra à propos des Ammonites. De même, relativement aux Brachiopodes, nous retrouverons des études [33 et 57], qui sont la conséquence directe des reconnaissances de la même période. Hors de France, c'est vers

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

la même époque, à propos du Jurassique d'Abyssinie, que les fossiles rapportés par Aubry [52] le feront débuter dans la géologie exotique.

Au cours de ses travaux cartographiques, H. Douvillé s'est relativement peu étendu sur le Crétacé. A noter simplement quelques indications [18] sur la direction et les pendages de la Craie dans la région du Blanc Nez et sur l'allure de la surface de base de la craie glauconieuse, au moment où le tunnel sous la Manche était à l'ordre du jour. A propos d'une note de Cossigny, il fait remarquer [21] que la craie marneuse du Cher a le faciès d'une gaize. De l'extérieur de son domaine initial, il reçoit les fossiles ramassés par Charpy et de Tribolet à la butte de la Madeleine près de Cuiseaux, sur la bordure externe du Jura et il signale [44] l'intérêt d'une gaize à *Am. inflatus* et *rhotomagensis* formant jonction entre un Crétacé analogue des rives de la Saône et celui de Lains en plein Jura. Enfin, il reconnaît [46], dans les calcaires à chaux hydraulique de la Farge dans l'Ardèche, la présence d'Ammonites aptiennes qui lui rappellent la couche rouge de Vassy et l'amènent, déjà en 1883, à douter de la valeur de l'étage urgonien.

II

LES ALPES, LE BASSIN D'AQUITAINE ET LES PYRÉNÉES

Depuis son accession à la chaire de l'École des Mines en 1887, H. Douvillé a consacré son principal effort à la Paléontologie, sans toutefois renoncer complètement aux études sur le terrain, en particulier pendant des villégiatures d'été. On a dit déjà deux mots des séjours de Villers en Normandie. Ailleurs, chaque année, on le voit reprendre son marteau, accompagné de ses enfants, notamment de Robert, puis d'amis et collaborateurs divers. Ainsi sont sortis, sur les Alpes, sur le Bassin d'Aquitaine et sur les Pyrénées, des travaux d'importance très inégale, mais souvent fondamentaux.

Les Alpes.

Indépendamment des remarques déjà mentionnées sur les roches éruptives [43, 347], il parle [348] du synclinal que suit la haute vallée de l'Arve près de Chamonix. A Thônes, dans la

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Haute-Savoie, il revoit [316] la célèbre coupe du Crétacé et du Nummulitique du Calcaire. Mais les remarques les plus importantes se placent aux environs d'Interlaken [132, 149, 168, 169, 170], de 1900 à 1903, à l'aurore des belles synthèses tectoniques de Maurice Lugeon et autres sur les nappes qui constituent ce qu'on appelle aujourd'hui le cortège des Helvétides. Déjà en 1897, M. Bertrand et H. Golliez avaient indiqué la position anormale, sur l'Éocène du Lac de Thun, du complexe du Harder et du Morgenhorn. H. Douvillé pousse plus loin l'analyse et distingue trois systèmes superposés. Il se préoccupe surtout d'en reconnaître les caractères différentiels quant au Tertiaire. C'est en somme, avec des extensions latérales provisoires vu l'époque, un premier emploi des faciès dans l'analyse des nappes alpines et l'histoire de la chaîne. Par la suite, H. Douvillé ne s'est plus occupé directement du Nummulitique alpin ; mais il a eu la joie de voir le regretté J. Boussac, son disciple respectueux, prendre sa suite avec le tatent que l'on sait.

Le Bassin d'Aquitaine.

Il ne s'agit plus de simples incursions, mais d'un effort de très longue durée. Repris chaque été à l'occasion de séjours à Royan, à Biarritz et finalement à Pau, il va lentement et progressivement renouveler en particulier toutes les conceptions sur l'Éocène inférieur méditerranéen.

Le premier contact paraît se placer en 1901 [148] aux environs de Royan. A propos de l'Eocène, il n'était guère connu, au Nord de l'estuaire de la Gironde, que le lambeau de Saint-Palais, sur 1.200 m. de longueur, depuis le Signal de Terrenègre jusqu'au Cap du Bureau. G. Vasseur y avait vu, en gros, sous les calcaires de Saint-Palais à *Orbitolites complanatus* et seulement du côté du Bureau, des morceaux de calcaire verdâtre à *N. planulatus* et *Alv. oblonga*, tandis que le calcaire de Saint-Palais lui-même était surmonté de grès et marnes sableuses à *Pecten*. H. Douvillé, dans ses courses avec Robert, trouve tout le long de la plage jusqu'à Meschers à 15 km. au Sud-Est, de nombreux blocs silicifiés qu'il range dans les trois niveaux de Vasseur. Il rétablit ainsi la transgression du niveau inférieur et signale aussi que, plus loin que les régions précédentes, les travaux du fort de Royan ont rencontré une argile blanche, plus basse, à *N. elegans*. La poche des Vallières, au Nord-Ouest de Saint-Georges, creusée dans la craie, renferme aussi les dépôts de Saint-Palais,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

et leur silicification y appelle, pour H. Douvillé, une comparaison avec les sables éruptifs.

Sur cette région de Royan, il reviendra à maintes reprises [203, 258, 287, 361]. Il s'attache d'abord à la craie et à l'érosion de sa partie terminale, notamment à la belle surface d'abrasion de Terrenègre, à la base du lambeau de Saint-Palais [287]. La craie elle-même est intéressante par sa faune. Elle renferme *Pycnodonta vesicularis*, des Rudistes étalés, tels que *Laperousia crateriformis*, ou bien « pleuroconques », c'est-à-dire couchés sur le côté, tels que *Præradiolites Hœninghausi* et *P. Bournoni*, de rares Gastropodes, des Orbitoïdes et d'autres Foraminifères qu'il faudra décrire : *Siderolites Vidali* race *minor*, *Pseudorbitolina Marthæ*. Cette craie lui paraît relativement profonde, de la zone supérieure des Pycnodontes, à situer vers 150 à 200 m., par opposition à la zone littorale des Huîtres du groupe d'*O. edulis*, qui renferme des Gastropodes en abondance. Les couches supérieures de la Craie de Royan, riches en Bryozoaires déterminés par F. Canu, peuvent correspondre à une profondeur de 70 mètres.

Relativement au Tertiaire, les constatations se complètent. Sous le Saint-Palais, les niveaux inférieurs se rencontrent sporadiquement, souvent dans des poches, depuis Terrenègre jusqu'à Meschers. Au delà, la prolongation de l'anticlinal du Perthuis d'Antioche vers le Sud sépare des affleurements de Royan de ceux du Blayais, où sous le calcaire de Blaye, on trouve plus ou moins l'équivalent des couches inférieures de Saint-Palais, d'abord considérées comme yprésiennes, mais pour lesquelles, lorsque tout sera remis en question à propos de l'Éocène du Béarn [287, 361], il parlera d'un âge plus ancien. Quant aux calcaires de Saint-Palais et aux grès qui les surmontent, l'attribution a fluctué du Lutétien au Bartonien. Il est inutile d'insister là-dessus puisque tout l'Éocène de la Gironde a été revu récemment par M. A. Fabre, qui indique lui-même combien l'ont aidé le concours ultime et les conseils de H. Douvillé.

Royan se trouve sur la bordure septentrionale, transgressive, de l'Éocène d'Aquitaine. Les découvertes les plus importantes se placeront vers le Sud et voici à peu près comment s'est développé le travail et comment elles ont été obtenues.

Tout d'abord, comme s'il avait soupçonné que l'Aquitaine le retiendrait longuement, dans une première note de 1902 [155], surtout bibliographique, H. Douvillé cherche son cadre. Il distingue un *golfe du Nord*, qui s'étend jusqu'à la ride de Saint-Sever (dôme d'Audignon), dans le prolongement occidental des Petites Pyrénées, et qui va lui-même jusqu'à Naurouze et même

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

à Saint-Chinian. Vers l'Ouest, ce golfe est accidenté des rides secondaires de Landiras [159] et de Roquefort-Créon. Au Sud de l'accident de Saint-Sever et jusqu'au Trias de Dax — on pourrait y ajouter l'anticlinal de Tercis et le Trias de Saint-Pandelon — vient un second golfe plus étroit, celui de la *Chalosse de Montfort*, qu'Henri Douvillé prolonge un peu artificiellement vers Orthez, et vers Bos d'Arros, au Sud de Pau. Puis, entre Dax et Biarritz, c'est la *Chalosse de Pouillon*. Tout ce qu'on savait alors sur le Nummulitique de ces vastes territoires est rappelé. Une échelle stratigraphique de 7 niveaux à Foraminifères est risquée, corrigeant celles que, dans les Alpes et en Hongrie, avaient admises de la Harpe et de Hantken ; la nouvelle classification coïncide à peu près avec les étages de Munier-Chalmas et de Lapparent.

Mais, immédiatement, H. Douvillé va se trouver engagé lui-même dans l'étude de la plupart des questions. En 1902, il reçoit de l'Abbé Bonne un lot important de Foraminifères, provenant de Saint-Barthélemy au Nord du Bas-Adour. Entre autre, il reconnaît [156] et décrit *N. lævigatus*, c'est-à-dire un fossile d'une faune inférieure au bas de Biarritz à *N. aturicus*. En avril 1904, il annonce [178] qu'il a revu la plupart des localités classiques. Il fixe la place de Gaas vers le haut de Biarritz, mais avec un faciès différent, et il insiste [179] sur l'existence de deux cycles, l'un comprenant l'Éocène et l'Oligocène, l'autre le Miocène avec une limite du reste encore imprécise au milieu des couches à Lépidocyclines. En novembre 1904, il dit [184] qu'il a continué ses études entre Dax, Montfort et Biarritz ; il signale [185] les très bonnes observations que les basses mers de septembre ont permises sur la base de Biarritz et il discute [186] les niveaux de cette coupe célèbre. Mais surtout, l'année suivante, paraît une nouvelle note étendue [188], fournissant en quelque sorte une réplique, mais une réplique faite d'observations personnelles, à la note surtout bibliographique de 1902. Il y est longuement question de la série de Biarritz, dont la base, le calcaire de Peyreblanque, est discordante, ainsi que le montre un joli croquis, sur un ensemble plissé comportant toute une gamme de terrains depuis le Trias jusqu'au Crétacé supérieur. De Biarritz, il est allé avec Chudeau dans les environs de Bayonne. Il a revu aussi Saint-Barthélemy. Il a visité Peyrehorade et est retourné à Gaas. Un nouveau tableau stratigraphique est fourni, peu différent de celui de 1902, mais plus vécu, si l'on peut dire.

Jusqu'ici, H. Douvillé était surtout resté près de l'Atlantique. Il aborde maintenant le Béarn, la région de Pau, pour y exami-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

ner de même qu'en Chalosse la base des terrains tertiaires [202]. Il sera d'abord guidé par Seunes, dont on connaît les beaux travaux sur le passage du Secondaire au Tertiaire. Toutes les observations de Seunes sont reconnues exactes ; mais il s'en faut qu'Henri Douvillé en accepte les conclusions. Il y a bien, sur du Crétacé authentique, un niveau à *Operculina Heberti* et *Orthophragmina*, peut-être à Nummulites. H. Douvillé en fait et en fera toujours du Danien supérieur, bien qu'il dise que c'est l'équivalent de la colonie du Tuco de Leymerie dans les Petites Pyrénées, que nous classons aujourd'hui dans le Montien. Mais c'est là une question latérale. Le point capital est qu'il veut laisser cet horizon à *Operculina Heberti* dans le Secondaire et surtout que, guidé par Royan et par Biarritz, il voit au-dessus une lacune et même une discordance, à la base du Tertiaire. On aurait là une manifestation des mouvements pyrénéens, qui le préoccupent à l'époque [203] et qu'il recherche dans les rides essaimées jusqu'à Bordeaux, pour coordonner ses connaissances sur le Tertiaire d'Aquitaine.

Pour un moment, la base du Tertiaire va sommeiller. Quant à la série de Biarritz, H. Douvillé a en quelque sorte passé la main à son jeune ami Boussac, qui doit l'étudier pour son Nummulitique alpin et en tire le joli mémoire que l'on connaît. Mais, dans le haut de l'Oligocène, reste la question de Gaas, gisement placé toujours vers le haut de Biarritz [155, 178, 184, 215]. L'attribution est définitivement assurée en 1906 [216] par une bien intéressante trouvaille : au Tuc de Saumon, au Nord-Ouest du dôme d'Audignon, les grès de Mugron fournissent à la base *N. Bouillei*, *N. vascus*, *N. intermedius*, c'est-à-dire les Nummulites de l'Oligocène de Biarritz, et ils reposent sur des calcaires à *Natica crassatina* avec la faune de Gaas. Un peu plus tard [223], le Tuc de Saumon fournit des Lépidocyclines avec les Nummulites précédentes, et c'est la première fois en France qu'elles sont signalées dans le Stampien.

Sur les Lépidocyclines d'Aquitaine, surtout abondantes en Chalosse, à la base des « faluns » postérieurs au Nummulitique classique, H. Douvillé est revenu bien des fois [128, 137, 155, 223]. En 1917 [329] il donne une succession de 5 horizons, qui est reproduite dans son Mémoire de 1925 [404] et que nous retrouverons à propos des Foraminifères.

Entre temps, en 1913, la question de l'Éocène du Sud de Pau rebondit. De très ancienne date, en 1848, Rouault y avait signalé une faune, celle de Bos d'Arros, dont le gisement était perdu. Mais, en 1882, lors de la construction du chemin de fer

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

de Pau à Oloron, Stuart-Menteath avait relevé au voisinage une coupe qu'il remet à H. Douvillé. Ensemble ils la publient [281], et il en sera bien souvent question par la suite. Sous les poudingues de Jurançon, rapprochés alors des poudingues de Palassou de l'Éocène moyen dans les Petites Pyrénées, elle trouve 4 niveaux lithologiques de couches sableuses ou argileuses, atteignant au total plus de 600 m. Désignons dès l'abord cette série sous le nom de *série de Gan*, d'un nom bien propre à devenir classique, à l'égal de celui de la *série de Biarritz*. On va progressivement en saisir tout l'intérêt. Dans la coupe de Stuart-Menteath, les Foraminifères sont « à peu près identiques » de bas en haut, et H. Douvillé déclare qu'ils représentent la partie la plus inférieure du Lutétien. En cela, il est certainement influencé par J. Boussac, qui avait repris une espèce de Rouault à Bos d'Arros, *N. Lucasi*, et l'avait nettement distinguée de *N. aturicus* (= *N. perforatus*), mais voulait placer cette petite granuleuse dans le Lutétien.

L'idée est tellement ancrée que les Nummulites apparaissent à l'Yprésien avec *N. planulatus-elegans*, la première Nummulite du Bassin de Paris, qu'il faut en faire dériver les granuleuses, notamment *N. Lucasi*, « très caractéristique du Lutétien inférieur » à Bos d'Arros, et aussi dans les couches inférieures des sondages du Bordelais [282]. H. Douvillé ajoute que « la présence des Nummulites dans le Crétacé ne peut être considérée comme établie », faisant allusion à celles signalées par exemple dans le Maestrichtien à Orbitoïdes du Cap Passaro en Sicile, qui lui semblent être plutôt des Operculines.

Cependant, retrouvant *N. planulatus* à la gare de Gan, tout à fait en haut de la coupe de Stuart-Menteath [283], il descend la série de Gan dans l'Yprésien, et il commence à se demander si *N. planulatus* est bien la forme la plus ancienne.

Le changement de front est en route. Il sera à peu près consommé en 1915 [305], avec un aveu, comme seuls savent en émettre les vrais savants : « Le géologue parisien qui vient étudier le Bassin d'Aquitaine arrive avec des idées préconçues dont il a beaucoup de peine à se débarrasser... » On pourrait en dire autant du géologue qui vient des Alpes. En réalité, la série de Gan succède aux couches à *Operculina Heberti*, et « il semble qu'il n'y ait entre les deux formations qu'une bien faible lacune ». Cette lacune, déjà singulièremeut estompée, ne va pas tarder à disparaître tout à fait [346, 351]. C'est le retour aux idées de Seunes sur la continuité du Secondaire au Tertiaire dans le Béarn, mais avec de singuliers prolongements.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

D'abord, un nouvel aveu : au Cap Passaro, la craie à Orbitoïdes contient bien de petites Nummulites indiscutables. Parona en signale aussi en Tripolitaine avec *Omphalocyclus macropora*, et ces petites formes sont voisines de *N. deserti* et *N. Fraasi*, jadis décrites par Zittel dans le Désert lybique, dans les premières couches de l'Éocène « qui pourraient bien être crétacées » [351]. Au centre de l'Aquitaine même, nous savons depuis qu'il en existe dans du Maestrichtien indiscutable, puisque L. Mengaud et G. Astre en ont trouvé et décrit avec des Radiolites dans le dôme de Cézan-Lavardens, sur l'alignement qui va de la pointe occidentale de la Montagne Noire à la ride de Créon-Roquefort.

Pour la série de Gan, H. Douvillé va s'y attacher avec un succès croissant. Il commence [331] par la suivre vers l'Ouest, à l'aide des travaux de L. Carez, jusqu'au Lannemezan ; au delà il suggère même un raccord avec la série des Petites Pyrénées. Vers le Nord, la périphérie du dôme d'Audignon s'éclaire ; et, plus loin encore, il faut revenir aux sondages du Bordelais où, sous le calcaire de Blaye, il y a 150 m. de sables pouvant appartenir à l'Éocène inférieur.

L'heure est venue d'écrire un gros mémoire sur cet Éocène inférieur d'Aquitaine [346]. L'objet sera surtout d'en décrire les Foraminifères. Pour la série de Gan, il fournira ainsi une sorte de pendant au beau travail de J. Boussac sur les Foraminifères du Nummulitique alpin, qui correspond approximativement à la série de Biarritz. L'introduction stratigraphique du mémoire de H. Douvillé apporte aussi de très intéressantes considérations générales sur les faciès.

En 1920 [350], H. Douvillé revient à Saint-Barthélemy, dont les couches se logent bien sous un niveau à *N. aturicus*, c'est-à-dire sous Biarritz. La granuleuse abondante est *N. uroniensis*, espèce ou variété de la Harpe qu'Arnold Heim vient de reprendre dans les Alpes suisses et qui serait caractéristique du Lutétien inférieur [364]. Sur le versant sud des Pyrénées, M. Dalloni l'a trouvée [375] à la partie supérieure d'une série concordante avec le Crétacé et sous des poudingues rapprochés de ceux de Palassou.

A partir de 1923, les travaux sur Gan se complètent par toute une série d'études, pour lesquelles H. Douvillé bénéficiera de la collaboration particulièrement précieuse du comte Gaétan O'Gorman. Sous les couches de la gare, de grandes carrières, ouvertes ou développées après la guerre pour alimenter la tuilerie de Gan, ont rencontré une faune, incomparablement bien con-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

servée et riche de Mollusques décrits par M. Cossmann et G. O'Gorman [385]. Henri Douvillé en étudie les Nummulites [385]. Finalement, avec O'Gorman, tout le Béarn est remis en chantier.

Tout d'abord les poudingues de Jurançon, qu'on trouve sur les couches de la gare de Gan, sont-ils bien du Palassou? Cette attribution est assez singulière étant donné Saint-Barthélemy, Biarritz, etc... En fait, H. Douvillé [395] revient à une vieille hypothèse de Stuart-Menteath et y voit un équivalent bordier, vers les Pyrénées, des mollasses de l'Armagnac, c'est-à-dire du Burdigalien. Ces poudingues seraient le résultat du démantèlement de la chaîne, souvent repris à la suite de soubresauts, dont H. Douvillé a plusieurs fois parlé, notamment à propos des intéressantes suggestions de J. de Lapparent sur les brèches crétacées d'Hendaye [345]. Plus tard, avec G. O'Gorman [404 *bis*], H. Douvillé traitera plus complètement du Miocène du Béarn. Indépendamment des poudingues et de leur genèse, les deux auteurs insisteront sur les lignites qu'on y rencontre à divers niveaux, jusqu'au plus élevé, celui d'Orignac, avec l'intéressante faune de Vertébrés pontiens qu'à naguère déterminée M. Boule.

Quant à la série même de Gan, sans parler d'une note préliminaire [397], H. Douvillé et O'Gorman aboutissent à un dernier petit mémoire vraiment capital [430]. Les couches de passage entre le Crétacé et l'Éocène sont étudiées à Arros, où l'on retrouve les couches à *Coraster* de Seunes avec *Operculina Heberti* et une *Orthophragmina* (*O. Seunesi*). Nous avons dit plus haut qu'il y avait lieu de les attribuer au Montien, et c'est immédiatement au-dessus que débute, mais débute en concordance, la série de Gan proprement dite, où l'on peut découper des tranches successives, correspondant si l'on veut au Thanétien, au Sparnacien, à l'Yprésien, et peut-être aussi au Lutétien inférieur.

A ce sujet, la plus jolie coupe est celle de la tuilerie de Biron près d'Orthez, où l'Éocène inférieur butte par faille contre les calcaires urgoniens du dôme de Sainte-Suzanne. Elle commence par des argiles très pures, avec des nids d'une sorte de plankton, constitué par de très petites Operculines et Nummulites. Au même niveau au Sud-Est, vers les fermes Quillat et Cazaneuve, dans le synclinal de Villeségure, se développe un petit récif constitué par une Algue nouvelle *Solenomeris O'Gormani* [396]. Plus au Sud encore, dans un nouveau synclinal près de Navarrens, il s'agit de calcaires à Alvéolines et déjà à *N. Lucasi*. A l'Est de Pau, à Benejacq, à peu près au même niveau se rencontrent un *Antedon* décrit par Dom Aurélien Valette et de curieux

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

petits Crinoïdes. Revenant à Biron, le deuxième horizon est fourni par des argiles sableuses avec une riche faune, principalement à Gastropodes, dite « faune à Pyrènes », décrite par H. Douvillé et rangée par lui dans le Sparnacien. C'est à cette hauteur qu'il faudrait placer au Sud-Est de Pau le célèbre gisement perdu de Bos d'Arros. Puis, toujours à Biron, viennent des argiles calcarifères à *Velates Schmiedeli*, rangées dans l'Yprésien, au niveau de la riche faune de la tuilerie de Gan, Yprésien qui comprend également les couches de la gare à *N. planulatus*. La coupe de Biron se termine par des marnocalcaires, très riches en *N. uroniensis* avec *N. atacicus*; s'y rencontre aussi un joli Polypier isolé, *Circophyllia O'Gormani*, que décrit G. Dollfus. Mais ce haut de Biron est surtout intéressant « parce que nous y voyons apparaître pour la première fois le Lutétien au-dessus des faunes de la région de Pau et qu'il établit ainsi la liaison du Nummulitique béarnais avec celui des Landes ».

A vrai dire, quoique les auteurs ne soulèvent pas la question, cette liaison ne se constate guère qu'à Biron, et tout au plus dans les environs d'Orthez. Au delà, vers le bas-Adour, par Puyo, Peyrehorade, Saint-Barthélemy, Urcuit, il n'est plus question que de Lutétien. On approche de Biarritz, c'est-à-dire de la région où le Lutétien supérieur est discordant sur les terrains antérieurs. Ces rapports seraient bien intéressants à reprendre en détail, si, dans ce pays pluvieux, le sous-sol était moins masqué par la végétation. Au delà, il faut dépasser la frontière, et aller dans le Jaizquibel, au Nord de Fontarabie et de Saint-Sébastien, pour retrouver [325] de l'Éocène; mais il s'agit là d'une série de grès de l'Éocène inférieur, concordants et redressés avec le Crétacé, tout comme se présente la série de Gan au Sud de Pau.

L'analyse qui précède sur le Tertiaire d'Aquitaine a sans doute paru longue. Il ne faut pas oublier qu'elle résume plus de 50 notes ou mémoires et que cette sorte de marche à l'étoile vers une stratigraphie toujours meilleure est une des parties majeures de l'œuvre géologique d'Henri Douvillé.

Les Pyrénées.

De Biarritz et surtout de Pau, la vue s'étend, magnifique, sur le versant nord des Pyrénées occidentales. Elles ne pouvaient manquer d'attirer H. Douvillé. A vrai dire, il les avait abordées avant ses séjours prolongés à Pau. En 1906, il participe à la réunion conduite par Bresson. Il y fait diverses remarques [211

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

et 212]. Il indique la transgression progressive du Crétacé supérieur, venue de l'Ouest et jalonnée par les gisements du Pic d'Anie, des Eaux-chaudes et de Gèdre. Il insiste aussi, dès l'abord, sur le caractère particulier des dislocations pyrénéennes, plutôt verticales, affectées de ruptures, et il parle « de mouvements de nature différente, et beaucoup moins considérables que dans les Alpes ». Sur la bordure nord de la zone axiale, la Société avait visité les curieuses brèches de Boô-Silhen. Séjournant à Argelès dans l'été de 1918, il relève une coupe intéressante dans le Primaire du voisinage [339], mais examine surtout [340] la position et la nature du Crétacé supérieur. Les brèches de Salles analogues à celles de Boô-Silhen fournissent à sa belle-fille, Mme Robert Douvillé, *Caprina adversa*, qui prouve qu'une partie des brèches est cénomanienne. Voilà H. Douvillé relancé dans l'étude des brèches qui l'avaient déjà préoccupé à Thônes, en Savoie [316]. Il y revient [345] à propos du mémoire précédemment cité de J. de Lapparent sur Hendaye. Ces brèches interstratifiées sont pour lui le témoignage de séismes et de raz de marée, bref de périodes d'instabilité.

Puis, à partir de 1926, les notes se multiplient [407, 408, 411 *bis*, 415, 416, 416 *bis*, 416 *ter*] sur le Crétacé depuis le Sud de Pau jusqu'à la Neste d'Aure et à la Garonne.

Pour l'âge cénomanien, la région de Sarrancolin vient appuyer les constatations faites près d'Argelès. En bref, sur la rive gauche de la Neste d'Aure, le marbre rouge de Sarrancolin repose sur des calcaires rubanés avec brèches et conglomérats, succédant eux-mêmes à des schistes noirs comparés aux ardoises de Lourdes. La série est pincée en synclinal et nous allons y revenir. Au point de vue stratigraphique, Bresson avait déjà vu au musée de Pau une Caprine dans un échantillon de marbre. H. Douvillé en retrouve en abondance dans les carrières même de Sarrancolin et il constate qu'il s'agit bien de *Caprina adversa*. Ainsi les marbres sont du Cénomanien, calcaire ou bréchoïde près de son rivage méridional, et tendant, comme à Salles, à gagner sur le domaine de la zone axiale, ce qu'a confirmé, plus à l'Est, une jolie observation récente de M. Dalloni dans le Saint-Gironnais [*CR. Acad. Sc.*, 17 janvier 1938].

Retournant à Sarrancolin, dont il a longuement discuté avec le regretté P. Viennot, H. Douvillé trouve la prolongation de son synclinal vers l'Est jusqu'à la Garonne près de Saint-Béat. Les marbres de cette localité sont, sinon du même âge qu'à Sarrancolin, tout au moins probablement crétacés. Mais ainsi, en allant jusqu'à Saint-Béat, on suit la bande des « calcaires mar-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

moréens », connue depuis bien longtemps. M. Léon Bertrand a voulu en faire sa nappe B, plongeant au Nord sous des massifs cristallins plus frontaux, qui seraient eux-mêmes descendus de la zone axiale. Or, H. Douvillé voit la prolongation des marbres de Saint-Béat monter au Nord dans le Cagire et envelopper le massif de la Barousse, c'est-à-dire un de ces massifs censés venir du Sud.

Dès 1926, H. Douvillé était donc conduit à émettre les doutes les plus sérieux sur l'existence de charriages dans ces parages, d'autant plus, ajoutait-il, que dans la Barousse on trouve des granites qui, sur le même méridien, sont inconnus dans la zone axiale d'où ils devraient provenir. Ces remarques précises amorçaient la transformation radicale que l'on sait dans l'interprétation tectonique de tout le versant nord des Pyrénées.

Accroché aux Pyrénées, H. Douvillé s'y est intéressé jusqu'à sa mort. Personnellement, il est resté cantonné au Sud de Pau et de la Bigorre, pour étudier, avec son ami O'Gorman, l'accident de Lasseube et le petit massif du Pic de Rébenacq.

Sur Lasseube, une série de prises de date [422, 434, 437] conduisent à un travail terminal [439]. De part et d'autre de Lasseube, avec une direction est-ouest, on constate une injection de Trias gypseux, ramenant de la profondeur des lambeaux d'ophite, de dolomies probablement jurassiques et de calcaires aptiens; secondairement, s'est peut-être mise en place de la même manière une roche théralitique analogue à celle que nous verrons à Rébenacq. L'accident de Lasseube est relativement frontal, en pleine série de passage du Crétacé au Tertiaire. Il délimite localement deux compartiments : celui du Sud est formé de Crétacé supérieur, de Danien néritique à *Lithothamnium* et des grès thanétiens; celui du Nord débute par un Danien et un Thanétien à Globigérines, d'un faciès plus profond, du faciès dit d'Hendaye, tel que l'a décrit J. de Lapparent vers l'Atlantique, et il comprend au-dessus l'Éocène de Gan.

A propos de Rébenacq, nouvelle série de notes préliminaires [421 *bis*, 423, 431, 441], que multiplient des polémiques avec P. Viennot, jusqu'à un petit mémoire [447], appuyé de contours établis au 1 : 10.000e à l'aide d'un plan cadastral. A quatre-vingts ans bien passés, Henri Douvillé, aidé de G. O'Gorman, levait une carte détaillée.

Le massif de Rébenacq, plus interne que l'accident de Lasseube, surgit vers le bord occidental de la Feuille de Tarbes, à une quinzaine de kilomètres au Sud de Pau. La direction nord-ouest y affecte trois ensembles.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

D'abord, en allant du Sud au Nord, viennent les 4 Pics formés d'une carapace de calcaires urgoniens, qui fournissent *Toucasia* cf. *Seunesi* et une petite Caprine nouvelle (*C. parvula*). H. Douvillé tient pour l'âge albien de cet urgonien pyrénéen ; mais, comme nous le dirons à propos des Rudistes, il est plus conforme aux données de la stratigraphie d'en faire du Gargasien. Sous les calcaires urgoniens on trouve des marnes noires, bedouliennes ou gargasiennes, elles-mêmes discordantes sur un substratum formé de grès siliceux et d'une dolomie noire peut-être liasique. Tout ce premier ensemble est injecté de roches éruptives, en filons-dykes dans le Jurassique, en filons-couches dans le Crétacé, où elles soulignent parfois le contact entre les marnes noires et des calcaires urgoniens.

Ensuite vient une écaille, qui surgit sous l'ensemble des Pics et est constituée par du Trias et des schistes noirs, peut-être supérieurs comme niveau aux calcaires urgoniens des Pics ; elle comporte également des roches éruptives.

Enfin, le troisième ensemble montre toujours du Trias injecté, de la roche éruptive, des schistes gréseux et des brèches ; les schistes gréseux et les brèches seraient la base cénomanienne du Flysch crétacé qui va supporter plus au Nord la série tertiaire de Gan.

H. Douvillé ne néglige pas les roches éruptives. Dans les mêmes régions, il avait donné son opinion sur les ophites [418]. Mais, ici, à Rébenacq comme à Lasseube, les roches, qui montent au moins jusque dans le Cénomanien, lui permettent de reprendre et de compléter des diagnoses antérieures d'A. Lacroix ; ce sont des théralites altérées, transformées en sables souvent exploités.

Ces ultimes travaux sur le terrain, aussi bien que les analyses micrographiques de roches dans la bordure des Pyrénées, fournissent une réponse posthume à Marcel Bertrand qui naguère, à notre séance du 5 février 1900, exprimait, à propos des Alpes, l'amical regret « que la paléontologie ne laisse pas à M. H. Douvillé les loisirs nécessaires pour revenir plus souvent à ses anciennes études ». En fait, il y est « revenu », chaque fois qu'il a pu, jusqu'à la fin.

III

LES RÉGIONS EXOTIQUES

Les travaux que nous abordons maintenant sont d'une toute autre nature que les précédents. Sauf exception, ils ne correspondent plus, comme nous l'avons dit, à des recherches directes

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

sur le terrain, mais résultent de la détermination du matériel paléontologique envoyé au Professeur de l'École des Mines. Ils intéressent bien des coins du monde. On les groupera dans un ordre géographique, pour y trouver parfois comme l'ébauche de véritables chapitres de géologie générale.

Indochine et régions voisines.

Nous commençons par l'Asie orientale.

En 1886, H. Douvillé détermine des fossiles récoltés au Tonkin par M. Jourdy [54]. Un *Spirifer*, de la Montagne de l'Éléphant, en plein delta près d'Haïphong, est rapporté à *Spirifer mosquensis* ; plus tard, H. Mansuy montrera que les calcaires de la Montagne de l'Éléphant sont bien carbonifères, mais appartiennent au Dinantien. Au Sud-Ouest de Lang-Son, la présence de *Myophoria Goldfussi* dans les Grès de Dong-Sung prouve qu'il s'agit là de dépôts plus récents que le Carbonifère, et non plus anciens comme le supposait Fuchs. Dix ans plus tard, Prévost, Ingénieur aux chemins de fer, trouve sur la ligne de Phu-Lang-Thuong à Lang Son des empreintes de Cératites qu'H. Douvillé [107] rapproche du genre *Hungarites* et que Diener, aidé de Mojsisovicz [*B. S. G. F.* (3), XXIV, p. 882], attribue avec doute au genre *Norites*. Un autre échantillon, provenant de la haute Rivière Claire, est appelé *Juvavites tonkinensis* par Diener. Alors que les premiers échantillons établissaient seulement la présence du Trias au Tonkin, peut-être du Trias inférieur, le *Juvavites* de la Rivière Claire est un témoignage indiscutable du Trias supérieur.

Les calcaires récoltés par H. Monod au Pong Oua près de Luang Prabang au Laos, lancent H. Douvillé [210, 213, 214] dans ses études fondamentales sur les Fusulines. Pour l'Indochine et la Chine, il est déjà question de 3 niveaux : Ouralien, Permien inférieur et Permien supérieur, ce dernier étant précisément celui de la belle faune du Pong Oua.

Ensuite, après l'essor du Service géologique, H. Douvillé se borne à en aider les collaborateurs, notamment H. Mansuy, et à louer l'importance de leurs travaux [319].

De Chine, il présente [56] une belle plaque de marbre rapportée du Nord de Pékin par le capitaine de vaisseau Regnault de Premesnil et couverte de Trilobites divers : *Calymmene*, *Agnostus* et autres. Une note plus importante [141] est consacrée aux fossiles de la Mission de l'ingénieur en chef des Mines Leclère, envoyée au Yunnam par Paul Doumer. Ainsi sont reconnus le

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Dévonien moyen, le Dévonien supérieur, le Carbonifère, l'Ouralien, divers horizons du Permien, enfin le Trias inférieur et moyen et peut-être le Lias ; c'est là l'ébauche de la série stratigraphique dans cette partie de l'Extrême-Orient, telle qu'on la détaillera par la suite.

Indes britanniques.

Les Indes britanniques et les régions voisines vont nous retenir plus longtemps.

Les premiers matériaux ont été communiqués par le Pr Hennig de Lund (Suède) et proviennent des mémorables explorations de Sven Hedin. La publication des résultats [299, 312 *bis*, 326], entravée par la guerre, a amené H. Douvillé à les rappeler à nouveau en 1924 [392]. Les localités sont situées en plein Tibet, jusqu'au 35° N., et l'on y trouve principalement des Orbitolines (*O. bulgarica, O. subconcava* et autres) du Barrémien et de l'Albien, ce dernier étage fournissant aussi un *Præradiolites* (*P. Hedini*). H. Douvillé ajoute que Parona a cité des mêmes régions *Mortoniceras inflatum*.

Plus au Sud et à l'Ouest, dans l'Himalaya occidental, Hayden a récolté des fossiles analogues [411]. D'abord en 1906, il avait recueilli, dans le Kashmir, *O. bulgarica*, etc. Puis en 1914, un voyage de retour en Europe par l'Asie centrale traverse le Gilgit et le Chitral, c'est-à-dire les plus hautes vallées tributaires de l'Indus au Sud du Pamir. Sont citées toujours les mêmes Orbitolines [326, 392]. Mais surtout, à 100 km. au N du bungalow de Yasin dans le Gilgit, Hayden a trouvé tout un lot de Rudistes, regardés d'abord comme des Hippurites. H. Douvillé montre [411] qu'il s'agit en réalité, d'une part, d'assez grosses Horiopleures (*H. Haydeni*) et, d'autre part, de plus petits *Eoradiolites* ou *Præradiolites* (*Pr. gilgitensis*, espèce nouvelle voisine de *P. Hedeni* du Tibet). Ces Rudistes sont accompagnés de *Nerinea* cf. *Coquandi* et de Polypiers peu déterminables.

Bref, au Tibet et dans l'Himalaya occidental, les récoltes de Sven Hedin et d'Hayden font penser à des calcaires urgoniens, qui peuvent s'échelonner du Barrémien à l'Albien et même plus haut.

Une fois nouées, les relations avec l'Inde vont apporter bien d'autres résultats.

Tout d'abord de l'Himalaya central, H. Douvillé a eu communication des fossiles recueillis sur la route de Lhassa par Hayden, lors de l'expédition anglaise de 1903, expédition qui a

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

traversé les montagnes hautes de 5 à 6.000 m. de Kampa Dzong et de Tuna, au N du Sikkim et au S de la vallée du Brahmapoutre. On est bien là dans l'Himalaya et non au Tibet, ainsi que le voudrait le titre du mémoire [315] que nous allons analyser.

Les échantillons s'étagent sur une coupe très complète, correspondant au *Système de Kampa* d'Hayden, dans lequel, au-dessus des *Spiti Shales*, celui-ci ne distingue pas moins de 16 horizons, qui vont peut-être du Crétacé inférieur jusqu'à des couches à *Orbitolites complanatus* et même plus élevées. H. Douvillé en cite [299, 330] puis décrit [315] les fossiles. Sur des calcaires stériles (n° 1) viennent les *Kampa shales* (2, 3); certainement cénomaniennes à la base avec une riche faune à *Acanthoceras* et *Turrilites*, peut-être déjà turoniennes à Inocérames, Plicatules et Pycnodontes au sommet. Ensuite trois niveaux de calcaires compacts (4,5 et 6) commencent à fournir des Orbitoïdes (*O. Vredenburgi* cf. *Tissoti*, puis *O. media*) qu'accompagnent des *Bournonia*, des Inocérames et des Actéonelles. H. Douvillé, influencé par ses recherches tunisiennes, en fait du Campanien ; mais il y a peut-être lieu de rajeunir ces couches, qui renferment les premiers Orbitoïdes, et à les loger déjà dans le Maestrichtien. Les couches suivantes, le *calcaire de Tuna* (7, 8, 9 et 10) surmonté de grès ferrugineux (11), fournissent dès la base *Omphalocyclus macropora* avec *O. media* var. *tenuistriata* ; plus haut (9), avec des Lithothamniées, on trouve des *Plagioptychus*, des Plicatules, des *Kingena*, etc... Il n'y a pas de doute ; on est bien encore dans le Maestrichtien. Mais pour la suite : des calcaires à Gastropodes (12), à Operculines (13), à Spondyles (14), à Orbitolites (15), finalement des schistes et grès à *Coniscala tibetica*, les opinions de H. Douvillé vont fluctuer, par suite de ses études connexes sur le Sénégal, par suite surtout, dans l'Inde même, de ses travaux sur les couches à *Cardita Beaumonti*. C'est toute l'analyse des couches de passage du Secondaire au Tertiaire plusieurs fois remise en cause [321, 330, 351, 417], et nous la rencontrerons un peu plus loin, une première fois.

Auparavant et restant dans le Crétacé, H. Douvillé [410] a eu communication des fossiles recueillis en 1887 par Griesbach dans les environs d'Hérat (Afghanistan). Au Sud de la vallée de l'Hérirud, sur des couches à plantes du Gondwana, viennent des grès rouges, encore jurassiques pour Griesbach, mais dans lesquels Hayden a trouvé, près de Kaboul, des Rudistes. Puis, à Hérat, succèdent des schistes noirs et des calcaires à Trigonies, des marnes claires à *Inoceramus Cripsii* et un calcaire à Rudistes. H. Douvillé s'attache à ce qu'il appelle les deux niveaux à Ru-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

distes près d'Hérat. L'inférieur, celui des « calcaires chocolat », fournit des sections d'*Eoradiolites lyratus*, peut-être aussi d'*Agria*, et des *Apricardia Nœtlingi*. Ce serait là du Cénomanien inférieur, peut-être du Vraconnien, peut-être aussi le niveau à *Pr. Hedini* dont il a été question tout à l'heure au Tibet. Les calcaires à Rudistes de la zone à *I. Cripsii* donnent un grand Sphérulite nouveau (S. *Griesbachi*), cénomanien ou plus élevé.

Revenant aux couches de passage, les considérations vont se grouper autour des couches à *Cardita Beaumonti*, connues de bien ancienne date, puisque l'espèce est de d'Archiac et Haime dans leur mémoire de 1854. Cossmann, après son étude avec Pissaro sur la faune du Ranikot [*Paleont. indica*, new series, vol. III, mém. n° 1, 1909], devait reprendre les faunes à *Cardita Beaumonti*. Finalement c'est H. Douvillé qui en a eu la charge, avec deux ensembles, l'un dans le Belouchistan [420], l'autre sur le bas-Indus, dans le Sind occidental [429]. Il est commode de commencer par le second, d'autant plus qu'on dispose là d'une coupe étendue de Vredenburg [*in* Cossmann et Pissaro, *loc. cit.*], bien propre à situer les questions stratigraphiques.

En ce qu'elle nous intéresse, la coupe, relevée dans les dômes et autres accidents du bas-Indus à la périphérie orientale des plateaux de l'Iran, comporte les principaux termes suivants : 1° Crétacé terminal marin, avec : a) des calcaires blancs, parfois gréseux (96 m.), à *Orbitolites apiculata* à la base et encore des Radiolites au sommet ; b) grès et conglomérats de Pab (210 m.) ; c) argiles et grès vert-olive, parfois calcarifères, à *C. Beaumonti* (105 à 135 m.). — 2° Basaltes, du cortège des trapps du Deccan. — 3° Formation de Ranikot, tirant son nom du Fort de Ranikot, avec deux termes : le Ranikot inférieur (300 à 400 m.), gréseux argileux, bariolé, fluviatile, sauf un cordon intermittent à la base à *Ostrea talpur*, et le Ranikot supérieur (210 à 240 m.), alternance marines d'argiles et de calcaires bruns se terminant par un banc ferrugineux [1]. — 4° Formation de Laki (150 à 240 m.), marine, souvent transgressive, discordante sur le Ranikot et beaucoup plus largement répandue que lui, avec parfois les argiles schisteuses de Meting à la base, mais comportant surtout des calcaires à Alvéolines.

1. C'est ce Ranikot supérieur dont la faune a fait l'objet des études de Cossmann et Pissaro (*loc. cit.*), complétées après la mort de Cossmann et celle de Vredenburg par d'autres mémoires de G. P. de Coffer (*Paleont. indica*, new series, vol. X, Mém. n° 4, 1928). — Pour tous les auteurs, le Ranikot supérieur est à peu près l'équivalent de notre Yprésien ou Cuisien, le Ranikot inférieur pouvant se loger dans le Sparnacien. Le Laki est déjà du Lutétien inférieur ; il est suivi par le Khirtar, formé de calcaires puissants et riches en Nummulites du Lutétien moyen, du Lutétien supérieur et aussi déjà du Bartonien.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Dans le Sind, les couches à *C. Beaumonti* se logent déjà haut au-dessus du Crétacé certain (Maestrichtien), mais bas sous le Ranikot supérieur (Cuisien).

H. Douvillé décrit leur riche faune. Avec des Nautiles, on y trouve un très beau contingent de Gastropodes, notamment de Fusidés que nous retrouverons dans nos considérations paléontologiques. Il y a aussi des Bivalves, en particulier *C. Beaumonti*, accompagnée ou suivie, à un niveau peut-être plus élevé, par la mutation *C.* (*Venericardia*) *Vredenburgi*.

Au Belouchistan, les conditions, tant stratigraphiques que faunistiques, sont un peu différentes. Les couches à *C. Beaumonti* y ont été découvertes dans l'extrême Nord-Ouest par Nötling en 1897 ; peu épaisses (6 m.), elles reposent immédiatement sur des calcaires à *Indoceras beluchistanense* et à Orbitoïdes, c'est-à-dire sur du Maestrichtien certain, et elles sont surmontées par 30 m. de schistes stériles, suivis de 500 m. de couches à Nummulites avec Alvéolines à la base. Les fossiles envoyés à H. Douvillé ont été recueillis par Vredenburg, plus à l'Est que ceux de Nötling, sur la route du Seistan, en deux points principaux : Malik Gat et Kasanen Chapar. A Malik Gat, des couches relativement basses renferment déjà *C. Beaumonti*, *Campanile breve* de Perse, et se terminent par des calcaires coralligènes. A Kasanen Chapar, sur des schistes vert olive, vient un calcaire coralligène, équivalent peut-être des précédents ; après quoi on trouve des tufs volcaniques, des schistes et des grès, qui sont les couches ayant fourni les fossiles principaux. Il s'agit là de deux faunes saumâtres successives, où abondent les Cérithes et les Mélaniens. Au niveau inférieur, les Gastropodes sont de grande taille, géants même, plus grands que nulle part ailleurs ; au niveau supérieur, les espèces sont petites, moins nombreuses, mais représentées par un grand nombre d'échantillons. H. Douvillé insiste sur le caractère saumâtre, littoral ou sublagunaire de ces faunes. C'est déjà une différence importante avec le Sind ; en outre, d'accord avec Vredenburg, il se demande si, reposant directement sur des calcaires à *Indoceras*, les couches du Beloutchistan ne seraient pas d'un niveau plus bas que celles du Sind.

Revenant à la suite de la coupe de l'Himalaya central, les couches à *C. Beaumonti* n'y figurent pas explicitement. Sur les grès stériles n° 11 viennent successivement : 12, des calcaires dits à Gastropodes, avec, entre autres fossiles, des Nautiles, des Gastropodes, en particulier *Gosavia selsensis*, *Campanile* cf. *breve*, et un *Velates* qui serait une prémutation de *V. Schmie-*

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

deli, accompagnés d'un Hydrozoaire probable, *Delheidia Haydeni* ; 13, des calcaires dits à Operculines, *O. canalifera* et autres, associées à *Siderolites miscella* et à des *Lepidorbitoides* voisins de *socialis* qui paraissent passer aux *Orthophragmina*, sans préjudice de la plupart des Gastropodes du niveau précédent ; 14, des calcaires dits à Spondyles (*S. Rouaulti*), accompagnés toujours de *Lepidorbitoides*, d'*Operculina canalifera* et de *Siderolites miscella* ; 15, des calcaires à *Orbitolites complanatus, Alveolina oblonga* et *Vulsellopsis legumen* ; 16, des schistes et grès renfermant une Scalaire, *Coniscala tibetica*.

Sur l'âge de tous ces niveaux, nous savons qu'H. Douvillé a varié. Au début [315], alors que Hayden faisait commencer l'Éocène avec 12, il rangeait encore les couches 12 à 14 dans le Danien. L'argument était tiré des Gastropodes, notamment *Gosavia*, et de Nautiles à cloisons falciformes, présents dans les couches 12 ; à l'appui venaient aussi les *Lepidorbitoides* de 13 et 14, passant il est vrai aux Orthophragmines. Le niveau 15 restait seul du Tertiaire. Puis [321], après avoir étudié le Sénégal, l'argument des Nautiles à cloisons falciformes et de *Gosavia* ne lui paraît plus aussi probant. Du reste, aux Indes mêmes, les études progressent. Dans le Ranikot supérieur [351], Ducan et Sladen distinguent 4 zones successives, respectivement à *Calyptrophorus indicus*, à Operculines, à *Assilina miscella* et à *N. planulatus*. Dès la troisième, se montrent des *Plesiolampas*, Échinides qui, d'après J. Lambert, apparaissent dans le Montien. Puis les études du Major Davies et autres, tant à Pishawer que dans le Sind, montrent [417] « le rôle important que joue dans ces couches de l'Éocène le *Siderina miscella* ». Ainsi, une partie, sinon la totalité des couches 12 à 14, remonte dans l'Éocène, et il n'y a plus à y chercher l'équivalent des couches à *Cardita Beaumonti*, peut-être tout simplement représentées par le niveau stérile n° 11, à peu près comme le voulait Hayden.

L'Iran.

L'Afghanistan et le Béloutchistan, examinés avec l'Inde, nous ont fait pénétrer déjà sur les plateaux de l'Iran. Dans l'Ouest de ceux-ci, en Perse, une autre collaboration, fondamentale, avec J. de Morgan, a conduit H. Douvillé à des travaux de la plus haute importance.

Sur J. de Morgan, il a écrit une notice émue [401]. Il l'avait eu comme élève à l'École des Mines et « pourrait s'enorgueillir, dit-il, d'avoir été son professeur », s'il n'avait eu qu'à « diriger

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

et à développer des dispositions naturelles », leurs relations s'étant « bientôt changées en une véritable amitié » ainsi qu'en témoigne leur correspondance.

Les voyages ou séjours de J. de Morgan en Perse s'échelonnent de 1889 à 1903. Il a publié lui-même ses résultats géographiques et archéologiques. Cotteau et Gauthier ont décrit les Oursins ; H. Douvillé s'est occupé de tous les autres fossiles, en assurant au surplus la stratigraphie des pays traversés [152, 162, 181, 187, 191, 192, 269 *bis*].

Il va s'agir de trois régions : la chaîne bordière du Nord, l'Elbourz, au Nord de Téhéran et jusqu'à la Caspienne ; un chaînon médian entre Kachan et Ispahan ; enfin les chaînes bordières du Sud-Ouest, dans le Louristan et les régions voisines, par exemple le pays des Baktyaris, c'est-à-dire en définitive l'ancien pays de l'Élam, l'arrière région de Suse, qui mène de l'Iran en Mésopotamie.

Dans l'Elbourz, parcouru par Stahl à peu près en même temps que par J. de Morgan, des plis longitudinaux, parallèles à la Caspienne, affectent le Dévonien, le Carbonifère et le Jurassique. Au Carbonifère signalé par Stahl, de Morgan ajoute le gisement de Tunekaboum, au Sud de la Caspienne, vers les confins du Gilan et du Masanderan ; d'où une liste de Brachiopodes dinantiens, notamment des *Syringothyris* que nous retrouverons à propos des études paléontologiques. Au-dessus, principalement sur le versant méridional de l'Elbourz et jusque très loin à l'Ouest, jusqu'aux abords du Lac Ourmiah, viennent des couches à plantes, rhétiennes pour Schenk, et aussi pour Zeiller qui a déterminé les végétaux rapportés par de Morgan. Mais déjà Stahl avait montré que ces couches à plantes montent jusque dans le Lias à *Am. radians* et *opalinus*. De Morgan complète la série jusque dans l'Aalénien certain. Le Callovien y serait même représenté, si l'on en juge par un échantillon d'*Ochetoceras canaliculatum*. Des calcaires blancs plus élevés apportent un fragment de *Perisphinctes* du Jurassique supérieur, lui-même sans limite tranchée avec d'autres calcaires fournissant des Orbitolines du gr. d'*O. subconcava* et des Rudistes dont la section rappelle celle des *Præradiolites Davidsoni* du Vraconnien du Texas.

Dans le chaînon médian, à Soh, entre Kachan et Ispahan, sur le versant méridional du massif granitique du Khorud, de Morgan ajoute à un Dévonien douteux, signalé par Frech d'après des échantillons de Tietze, un beau Permien à Brachiopodes, Hydrozoaires et Spongiaires. Une espèce, *Eumetria indica*, est, pour H. Douvillé, caractéristique des calcaires moyens à *Productus*

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

de l'Inde et fait la jonction entre le Salt Range et Djoulfa sur l'Araxe. Près de Soh, existe également de l'Aptien passant à l'Albien avec *Parahoplites Melchioris*, etc. [181]. On y trouve aussi du Lutétien. J. de Morgan en donne une longue liste, dans une Note sur la géologie de la Perse [*B.S.G.F.*, (3), V, 1905, p. 170 à 189] qu'il y a grand intérêt à consulter. C'est également du Lutétien de Soh que proviennent les échantillons, particulièrement bien conservés, dont H. Douvillé a profité pour son étude sur *N. lævigatus* [156].

Le troisième ensemble, celui du pays plissé en bordure de l'Iran, est, à beaucoup près, le plus intéressant.

D'abord, au Nord-Ouest, dans le triangle formé par les deux branches principales de l'Ab é Diz, à 150 km. de la route de caravane d'Ispahan à Chouster, un massif primaire, celui de Kalian Kouh, a permis à J. de Morgan de reconnaître, à vrai dire rapidement et dans des conditions difficiles : des calcaires noirs, dinantiens, à fossiles silicifiés, *Fusulinella* et *Amblysiphonella*; puis des calcaires à Polypiers (*Lonsdaleia*) et à Brachiopodes; enfin de nouveaux calcaires noirs, mais sans fossiles siliceux, à Bryozoaires et à *Pseudophillipsia* cf. *elegans* du Permien inférieur de Sicile.

J. de Morgan n'a pas pu identifier le Jurassique dans ces parages.

Au Sud-Ouest, à l'extérieur de la chaîne élevée qui limite immédiatement le plateau, règne un régime de plis de style jurassien. Le terrain le plus ancien reconnu est l'Aptien à *Douvilleiceras Cornueli*, au centre de l'anticlinal du Kebir Kouh, au Nord-Ouest de Disfel. Puis, immédiatement, des calcaires bitumineux à *Puzosia* et *Turrilites Bergeri* indiquent le Vraconnien. Après quoi, de nouveaux calcaires, en bancs très épais, ont fourni une riche faune cénomanienne à *Acanthoceras* et *Turrilites*. Le Turonien, sans doute présent au Nord-Ouest, n'est cependant reconnu que dans le pays des Baktyaris, avec toute une faune de Radiolites.

Dans les niveaux plus élevés, J. de Morgan a ramassé une quantité colossale de fossiles. Au point de vue stratigraphique, il y a eu un peu de flottement, et c'est surtout la coupe de Zerdalal dans le Louristan, à 60 km. au SE de Kirmanchahan, qui a conduit à une dernière version [269 *bis*]. 4 grands niveaux sont distingués. I. Le premier correspond aux *Couches à Oursins*, extrêmement riches en Échinides, *Hemipneustes*, *Iraniaster*, avec des Ammonites, *Sphenodiscus acutodorsatus*, *Heteroceras polyplocum*, des Radiolites, d'autres Bivalves, notamment des Vulsellidés, des Ostréidés, des moules de Gastropodes parfois

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

très grands, des Polypiers et des Spongiaires. H. Douvillé parle de Campanien. Il s'agit toutefois incontestablement de la zone à *Bostrychoceras polyplocum* que le Traité d'E. Haug range déjà dans le Maestrichtien. II. Le deuxième niveau est celui des *Couches à Loftusia persica*, avec une grande Actéonelle du gr. d'*A. laevis*. *Loftusia persica* est le célèbre fossile rapporté par Loftus, sans doute des mêmes régions (30°30′ E, 32° N), dont nous parlerons à propos des Foraminifères. S'y ajoutent des Rudistes nouveaux, les *Dictyoptychus* (= *Polyptychus*), qu'on retrouvera aussi ultérieurement. III. Le troisième niveau, celui des *Couches à Rudistes*, comprend des assises grumeleuses, pétries d'*Omphalocyclus macropora*, d'un *Loftusia* plus grêle que le précédent (*L. Morgani*). On y rencontre aussi *Nerita* (*Desmieria*) *rugosa* et surtout des Rudistes : *Hippurites* (*Hippuritella*) *cornucopiae*, *H. Morgani*, *Bournonia Bournoni*, *Lapeiroussia Jouanetti* de grande taille, enfin des échantillons, gigantesques au Zerdalall, de *Dictyoptychus* (*Polyptychus*) *Morgani*. IV. La série se termine enfin par les *Couches proprement dites à Cérithes*, exceptionnellement riches en Gastropodes de tous les groupes, en Cérithidés surtout, accompagnés de Dentales et de Bivalves.

Du niveau I au niveau IV, des Couches à Oursins aux Couches à Cérithes, la profondeur paraît décroissante. Tout cela pourrait bien ne représenter que le Maestrichien — l'un des plus beaux qui soient connus — et monter tout au plus jusqu'au niveau des couches à *Cardita Beaumonti* du Sind et des régions voisines.

La suite de la coupe n'est pas détaillée. Le Nummulitique est cependant présent d'après les Oursins déterminés par Gauthier. Et n'est-ce point ce Nummulitique qui a fourni les Foraminifères lutétiens déterminés sur des marbres rapportés des ruines de Suse [193]. De puissantes assises de marnes et de grès le séparent des gypses, avec sources salées, pétroles et bitumes, qui se rencontrent tout le long de la chaîne, de Kirkuk à Bender Bouchir. On est arrivé aux célèbres couches pétrolifères de l'Irak actuel, dont J. de Morgan semble bien avoir été l'un des premiers à soupçonner la prodigieuse richesse en hydrocarbures, sans que toutefois ses remarques aient été prises en considération.

La collaboration de J. de Morgan et d'H. Douvillé a certainement apporté les contributions stratigraphiques et paléontologiques les plus précieuses que nous possédions encore actuellement sur les plateaux iraniens.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Amou et Syr-Daria.

Au Nord de l'Iran vient la dépression du Touran, comme l'a appelée E. Suess, et ses dépendances s'engagent à l'Est entre les puissantes ramifications des chaînes paléozoïques de l'Asie centrale. C'est le cas de la Boukharie suivant l'Amou Daria et du Ferghana suivant le Syr Daria.

H. Douvillé s'en occupe, d'abord en 1902 [163], à propos d'un itinéraire de E. D. Levat. C'est déjà pour lui l'occasion de parcourir la littérature russe antérieure, notamment les travaux de Romanowski et d'y signaler, dans les listes de fossiles, des mélanges de faunes qui indiquent la présence du Crétacé et de l'Éocène. E. D. Levat a, lui-même, rapporté une Ammonite trouvée dans le fond d'un sondage pour le pétrole, à Tchimione dans le Ferghana, entre Kokand et Margellan ; de Grossouvre l'attribue provisoirement au Crétacé inférieur. En outre, dans le matériel de Levat, figurent des Huîtres bien voisines d'*O. Overwegi* du Crétacé supérieur du Désert libyque.

Il y revient en 1914 [289, 290], avec des documents beaucoup plus complets. Aux fossiles de Levat s'ajoutent ceux qui ont été récoltés par d'autres Ingénieurs des Mines, Charpentier et Ackermann. Et surtout, le tremblement de terre de décembre 1902 à Andichan, dans le Ferganah, a provoqué l'envoi d'une mission russe, dont les travaux sont publiés en 1910. Weber, l'un des membres de la mission, adresse à H. Douvillé des fossiles, qui permettent d'étalonner la coupe des auteurs russes.

De haut en bas, elle se décompose ainsi : 1. Grès et conglomérats, peut-être les mêmes que les conglomérats aurifères étudiés par Levat en Boukharie ; ces conglomérats sont postérieurs aux mouvements alpins ou pyrénéens. — 2. *Marnes supérieures* (40 m.), ou encore dites à *Gryphées* (*O.* cf. *cyathula*, *Gryphea* cf. *Sewersoni*), probablement oligocènes. — 3. *Étage du Ferganah* (60 m.), à *Ostrea turkestanensis*, *O. Kauffmanni*, celle-ci voisine d'*O. Esterhazyi* de l'Éocène moyen, ou bien encore des formes des couches à phosphates de Tunisie dans l'Eocène inférieur. — 4. *Étage des Radiolites* (45 m.). Les moules figurés par Romanowsky sont pour la plupart indéterminables, aussi bien que ceux de Nötling dans le Beloutchistan. H. Douvillé est plus heureux avec le matériel qui lui est parvenu. *Biradiolites præingens* (cf. *Rad. Muschketoffi* Nötling), *Apricardia Archiaci*, *Gyropleura*, *Monopleura* et *Præradiolites* cf. *sarlatensis* lui rappellent le Santonien du Beausset. — 5. Argiles et calcaires à *Trigonia indica* (60 m.). — 6. *Étage gypsifère infé-*

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

rieur (45 m.). — 7. *Grès* (220 m.). — 8. *Couche à Ostracés* (90 m.) avec *Exogyra columbina*, du groupe d'*E. columba* et très voisine aussi d'*O. Overwegi*, et *Placenticeras Fritschi*. Il s'agirait du Coniacien ou du Turonien. Au sujet de ce dernier horizon, H. Douvillé regarde à nouveau l'Ammonite du sondage de Tschimione : c'est un demi dernier tour pourvu de 3 cloisons, rappelant *Thomasites Rollandi* du Turonien inférieur de Tunisie.

Asie mineure et Europe orientale

Sans insister sur l'Arménie, où il signale des Rudistes au Nord-Ouest du Lac Goktscha [145], et sur les bords du Lac de Van d'où F. Grandjean lui a rapporté des Lépidocyclines [404], nous passons au bord septentrional des plateaux d'Anatolie vers la Mer Noire.

De là, les envois de deux Ingénieurs des Mines, Ralli et Armas, lui permettent de reconnaître divers horizons dans les parages du bassin houiller qui s'étend de Sinope à Héraclée, aujourd'hui Eregli [110]. Les Calcaires de Cossou. à *Productus giganteus* et Polypiers, sont du Dinantien. Le houiller appartient au Culm et au Westphalien d'après les végétaux que détermine R. Zeiller. Au-dessus, vient en discordance de l'Urgonien à *Requienia gryphoides* et *Toucasia*. D'autres lots gréseux ou calcaires fournissent, suivant les points, des Ammonites et des déroulés de l'Albien, des Nérinées, *Polyconites Verneuili* et *Toucasia santanderensis*, enfin des plantes, la série pouvant monter dans le Cénomanien. D'après la littérature, des grès à plantes avec calcaires subordonnés se suivent vers l'Ouest jusqu'au Nord de l'Istrandja, c'est-à-dire du chaînon cristallin qui sépare la Thrace de la Mer Noire.

Mais on arrive à la région balkanique, où un voyage technique a conduit, en 1904, dans le bassin charbonneux crétacé entre Gabrovo et Silven, Louis de Launay. Sans reprendre le lucide mémoire de ce dernier, qui a profité du concours du Dr Wankoff, l'auteur d'une première carte au 1/800.000e de la Bulgarie, une fois de plus s'exerce, pour la détermination des fossiles, la collaboration de H. Douvillé et de R. Zeiller [198]. Les couches charbonneuses font partie de la zone du Flysch, écaillée et poussée vers le Nord sous l'influence du socle hercynien constituant le Balkan proprement dit ; cette zone du Flysch précède elle-même au Sud le plateau bulgare. Dans les écailles, sur les parcours de de Launay, le terrain le plus ancien identifié est un calcaire à *Orbitolina conica* (= *bulgarica*), *Caprina* sp., *Radio-*

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

lites cf. *cantabricus*, *Toucasia* sp. cf. *santanderensis* et Polypiers ; ce calcaire est attribué provisoirement au Cénomanien. Puis viennent les *Couches charbonneuses à Cyrènes*, à *Cyrena solitaria*, *Mytilus*, *Pyrgulifera* (= *Hantkenia*) *Pichleri* var. *spinosa*, *Terebralia* cf. *Prosperi*, toutes espèces qui se rencontrent, sinon identiques, tout au moins avec des formes analogues, dans les couches saumâtres de Gosau. Il s'agit donc incontestablement de Crétacé supérieur élevé. R. Zeiller est moins formel avec les végétaux, qui ne permettent pas de décider entre le Cénomanien et le Sénonien. Les couches marines qui viennent ensuite ont fourni des Hippurites ; ce sont probablement les couches à *Hippurites Lapeirousi* (*bulgaricus* Toula) ; et, si l'on en juge d'après les travaux de Félix à l'époque, ce serait l'équivalent des couches supérieures à Hippurites de Gosau.

Le voyage de de Launay lui a fait traverser aussi le plateau bulgare ou prébalkanique, et récolter, à Dewna près de Varna, les Nummulites bien connues dans les dépôts qui s'étendent de la Mer Noire jusqu'à Tirnovo. H. Douvillé les détermine [232]. Il les compare avec celles du versant septentrional de la chaîne taurique en Crimée dans la Collection de Verneuil et avec du matériel envoyé par Andrussov de l'Est de la Caspienne. Il utilise aussi la belle coupe relevée par Koch dans le Nummulitique de Klausenbourg (aujourd'hui Cluj) en Transylvanie. Pour les Nummulites, c'est l'occasion de rectifications de nomenclature que nous retrouvons à propos des Foraminifères. Au point de vue stratigraphique, à Varna, on trouve *N. distans*, *N. subirregularis*, *Assilina præspira*, etc... Il s'agit à peu près de la faune de Crimée et aussi de celle envoyée par Andrussov, c'est-à-dire de Lutétien inférieur, tandis que dans le Nord de la Transylvanie, la série débuterait un peu plus tard, dans le Lutétien moyen, avec des couches à *N. complanatus*, *N. lævigatus*, et se poursuit dans le Priabonien et l'Oligocène. Là, la série rappelle celle du Vicentin ; elle est toutefois moins complète à la base et débute transgressivement avec le Lutétien, tout comme celle de Biarritz.

Dans le Vicentin, H. Douvillé était allé en 1907 [223], en compagnie de Robert et guidé par le Dr Fabiani, précisément pour en comparer la série avec Biarritz et l'Aquitaine et pour préciser aussi l'âge des couches à Lépidocyclines. Déjà en 1906, à la réunion de Turin [199], la même question l'avait préoccupé plus à l'Ouest sur le versant sud des Alpes.

Au Nord-Ouest du bassin pannonique, des couches plus anciennes l'occupent tardivement [448], avec des fossiles crétacés,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

envoyés du Bakony Wald au Nord du Lac Balaton, par le Dr Taeger. Une coupe de ce dernier permet de reconnaître de haut en bas la succession suivante : 1. *Marnes à Turrilites*, avec *Stoliczkaia dispar*, *Hoplites arausionensis*, *Turrilites Puzozi*, *T. tuberculatus*, etc. C'est certainement du Vraconnien. — 2. *Calcaires à Orbitolines*, avec toujours *St. dispar*. — 3. *Calcaires à Rudistes*, *Pseudotoucasia santanderensis*, *Eoradiolites* sp. — 4. Couches à Foraminifères avec *Exogyra Tombecki*, *Terebratula sella*, *Enallaster Renevieri*, *Orbitolina discoidea*, etc. H. Douvillé range ce dernier niveau dans l'Aptien.

Plus au Sud-Est, le domaine égéen fait à diverses reprises l'objet de remarques incidentes.

C'est d'abord la présentation d'une note du Dr Jousseaume [92], à propos des fossiles recueillis par Fuchs et par l'Ingénieur Quellenec, lors de la construction du Canal de Corinthe. Une longue liste est donnée des couches supérieures, tufs, sables, graviers et conglomérats, reposant sur des marnes bleues. Il s'agit en somme des couches à Strombes, avec des blocs isolés à *Vivipara Strossmaieri*, qui peuvent provenir de couches supérieures à Paludines du faciès levantin.

Des pentes de l'Acropole de Mycènes, un de ses élèves, de Loisy, lui rapporte [108] une Ammonite, déterminée *Joannites* cf. *diffusus* par Diener, qui permet d'attribuer au Trias certain des calcaires de la région. Mais d'autres blocs calcaires proviennent d'un conglomérat et, ramassés par Boblaye, figurent à l'École des Mines ; ils renferment des Nérinées et un *Heterodiceras* du Jurassique supérieur [153]. Cela concorde bien avec les observations de Philippson qui parle de conglomérats serpentineux reposant sur la surface ravinée de calcaires plus anciens.

A propos d'une note de Negris, il conteste [274] la coexistence en Grèce de Rudistes du genre *Durania* avec des Nummulites ; celles-ci sont en réalité des *Lunulites* crétacés. Enfin, à l'île d'Imbros, avec A. Ktenas, il précise [357] l'âge éocène, auversien, à *Assilina exponens-mamillata*, *Operculina alpina*, *Orthophragmina scarantana*, d'un Flysch qui rappelle celui de Samothrace et de la Thrace. S'y ajoute un Tongrien, saumâtre ou lacustre, à *Cyrena semistriata*, prolongeant celui de Gallipoli.

Tertiaire de Tolède.

De la Chine et de l'Indochine, nous sommes revenus en Europe, près des régions où s'étaient exercées les recherches géologiques personnelles d'Henri Douvillé. D'autres observations provoquées

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

par des envois de fossiles et d'un intérêt plutôt paléontologique seront retenues à l'occasion par la suite.

Au point de vue stratigraphique, mentionnons ici ce qu'il a dit du Tertiaire des environs de Tolède, d'après des échantillons du Dr Ventura Reyes y Prosper. Des dépôts, considérés jusque là comme d'eau douce, renferment aussi des formes marines et sont peut-être aquitaniens [226]. Ch. Depéret pense qu'il s'agit de Stampien. Peu après, avec de nouveaux fossiles, dont un *Fusus* du gr. de *bulbiformis*, qui ne dépasse pas le Ludien, H. Douvillé [236] parle lui-même d'Éocène supérieur.

Le Nord-Est de l'Égypte.

Quittant l'Eurasie proprement dite, nous entreprenons un autre long trajet qui se poursuivra en Afrique, en y joignant les régions libanaises. Nous commençons par le Nord-Est de l'Égypte depuis les environs du Caire et le Sinaï jusqu'à la Palestine.

Les premiers fossiles sont parvenus par Fourteau, alors au Service géologique d'Égypte, qui adressa d'abord des Foraminifères du genre *Dictyoconus* [139, 144], puis à diverses reprises des Rudistes [245, 277, 294]. Ces premières publications datent d'avant 1914. Vers ce moment, J.-C. Barthoux était chargé par la Compagnie de Suez de dresser la carte du pays proche du Canal, mais il s'étendait largement à l'Est pour aboutir à des découvertes sensationnelles aux abords du Gebel Moghara. H. Douvillé a étudié les fossiles de J. Barthoux ; d'où, toute une série de publications [286, 296, 298, 324, 352, 356, 370], s'échelonnant jusqu'en 1921. Ensuite, pour une exploration pétrolifère, le Service d'Égypte, notamment son collaborateur Sadek, revise les mêmes régions. H. Douvillé a communication de ce nouveau matériel [372, 394, 399, 428]. Dans toute cette littérature, il y a nombre de notes préliminaires et parfois rectificatives, mais aussi de gros mémoires paléontologiques, l'un relatif aux terrains du Moghara jusqu'au Crétacé supérieur exclu [324], l'autre aux Ammonites de la Craie supérieure en Égypte [428], sans oublier les contributions sur les Rudistes [269 *bis*, 277, 294].

Dans l'ordre stratigraphique, recherchons les acquisitions, en partant de l'isthme de Suez et du G. Moghara.

L'isthme de Suez, dans le prolongement du golfe de Suez, branche occidentale du fossé de la Mer Rouge, est comblé par du Miocène et du Pliocène. A l'Est, il était classique, notamment d'après Blanckenhorn, qu'une série régulière, plongeant au Nord, allait du Sinaï à la Méditerranée, avec successivement : le socle

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

cristallin du Sinaï, les grès du Sinaï, équivalents de ceux de Nubie, le Crétacé supérieur du Gebel el Tih, l'Éocène du Désert du Tih, finalement les dunes bordières de la Méditerranée. Barthoux découvre qu'au Nord des entablements du Gel el Tih, il y a en réalité des ondulations tectoniques, d'abord manifestes dans le Crétacé supérieur et l'Éocène, puis faisant apparaître des terrains plus anciens, inconnus dans les parages du Sinaï. C'est le cas dans un dôme, allongé vers le Nord-Est, dont le centre est le G. Moghara, à 80 km. à l'Est d'Ismaïla, et où se rencontre une magnifique série de Jurassique et de Crétacé inférieur.

Le terme le plus profond venant de l'affleurement correspond aux grès de Nubie, sur lesquels reposent des calcaires noirâtres incontestablement bajociens, avec des Ammonites, *Cœloceras* cf. *coronatum* et un genre nouveau *Ermoceras*, des Pholadomyes et des Térébratules du genre nouveau *Parathyris*. Ils sont suivis par des calcaires gris et des calcaires jaunes très riches en fossiles à test conservé. La liste, copieuse, avec des faunes comparables aux faunes classiques d'Europe, est encore bajocienne ; elle cite un fort contingent d'Ammonites, *Phylloceras*, *Oppelia*, *Lissoceras*, encore des *Ermoceras* et un genre nouveau *Thamboceras*, *Cœloceras*, *Ancyloceras*, des Bivalves et des Térébratules.

Après le Bajocien, vient tout un complexe ; les fossiles, ramassés le plus souvent dans les éboulis, ne permettent guère de donner une succession précise. Sans retenir le détail, cette série, dans les gebels voisins du Moghara, va du Bathonien à l'Oxfordien. L'ordre stratigraphique, rétabli, comporterait : des *couches à petites Astartes* et autres petits Bivalves et Gastropodes ; des marnes à grosses Térébratules ; un niveau à *Eudesia cardium* ; des couches calloviennes à *Stringoceras* ; des calcaires à Polypiers (*Anabacia*) ; des calcaires lithographiques ; finalement des marnes oxfordiennes à *Millericrinus* avec une assez riche faune d'Europe.

Dans le haut de cette série, sur les calcaires lithographiques et sous les marnes oxfordiennes, se logeraient des calcaires à gros Gastropodes et Brachiopodes, découverts à Darb el Cheik par Sadek. Cossmann en avait étudié la faune avant sa mort et H. Douvillé publie le travail [399]. Ce beau gisement rappelle le Bathonien d'Eparcy dans l'Aisne près d'Hirson et celui de Minchinhampton en Angleterre ; mais l'analogie tiendrait surtout au faciès, et ici, la faune pourrait se ranger dans le Callovien.

Le Jurassique supérieur est douteux ou mal identifié. Barthoux n'avait rapporté d'un point imprécis qu'un fragment de

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Lytoceras strambergense. Sadek [372] y ajoute des moules de *Diceras*, comparés à ceux de Czernavoda à l'Ouest de la Dobroutcha. *Duvalia lata*, recueilli également par Sadek, peut faire songer aussi au Néocomien.

La suite est discordante sur les terrains précédents.

Elle est très belle, avec trois niveaux de calcaires oolithiques, d'abord à petites oolithes ferrugineuses ou à oolithes ferrugineuses plus grosses et moins abondantes, puis à oolithes ferrugineuses et calcaires, les premières disparaissant ensuite tandis que des grains de quartz assez gros deviennent très nombreux. Des listes considérables correspondent à ces trois niveaux.

Le premier, barrémien et aptien, fournit des Bélemnites, des Nautiles aplatis du groupe de *N. Lallieri*, des Ammonites, *Lytoceras*, *Phylloceras*, *Desmoceras*, *Crioceras* et déjà des *Knemiceras* correspondant à des espèces nouvelles, tout cela accompagné de Mollusques, principalement de Bivalves, de Térébratules et d'*Orbitolina conoidea-discoidea*.

Le second niveau, albien, est riche en Ammonites, *Lytoceras*, *Tetragonites*, *Hamites*, *Desmoceras*, *Silesites*, *Crioceras*, *Douvilleiceras mamillare*, *Knemiceras Uhligi* et *Kn. gracile*, avec des Gastropodes, des Bivalves, notamment un Rudiste, *Eoradiolites Rousseli*, et aussi des Orbitolines de petite taille (*O.* cf. *concava*).

Le niveau supérieur, attribué au Vraconnien supérieur, renferme quelques Ammonites, *Phylloceras*, *Kossmatella*, *Hamites*, mais surtout une très belle faune, en grande partie nouvelle, de Gastropodes et de Bivalves, Trigonies, *Gervilleia*, *Idonearca*, etc. Ce serait l'équivalent du niveau à *Knemiceras syriacum* du Liban.

Dans l'Albien et le Vraconnien des mêmes parages Sadek a récolté de son côté [372] *Douv. mamillare*, *Kosmatella Agassizi*, *Mortoniceras inflatum*, *Knemiceras Uhligi*.

Quant au Cénomanien, il comporterait d'abord [286, 296] des couches jaunâtres à *Orbitolina concava* de petite ou grande taille, avec des Mollusques et aussi le joli Polypier abondant en Berbérie, *Aspidiscus cristatus*. A un niveau plus élevé se logeraient des calcaires blanchâtres à *Mantelliceras laticlavicum*, des couches à Rudistes à *Biradiolites Zumoffeni* et *Eoradiolites irregularis* et des calcaires à Caprines.

Pour le Turonien, Barthoux y trouve des calcaires à *Hippurites Grossouvrei* et d'autres à *Durania* cf. *farafrahensis* accompagné d'*Acanthoceras Deveriæ*. Sadek [372] y ajoute une couche à *Thomasites* rappelant tout à fait la Tunisie.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Ce qui précède est relatif à la région du G. Moghara et intéresse l'étendue stratigraphique qui va du Bajocien au Turonien. A vrai dire, dès le Cénomanien, les coupes sont moins assurées et les citations de fossiles deviennent sporadiques. Il en est de même pour la Craie supérieure des autres régions d'Égypte, notamment du Sinaï où les Ammonites et les Rudistes que nous retrouverons dans les études paléontologiques donnent l'impression qu'il y a là un très beau Crétacé supérieur.

Revenant au voisinage du Golfe et du Canal de Suez, les observations de Barthoux et de Sadek sont surtout intéressantes quant aux rapports du Secondaire et de l'Éocène.

Immédiatement à l'Ouest des Lacs Amers, Barthoux a étudié le G. Geneffé. Après deux notes préliminaires [352, 356], une coupe [370] est accompagnée de quelques explications. Au Nord du G. Geneffé, et séparé de lui par des failles, se trouve le Pic de Chébréouet, où il y a une série depuis le Vraconnien avec *Knemiceras syriacum*, déjà cité antérieurement [296], jusqu'à du Turonien à *Biradiolites lumbricalis*. Dans la falaise nord du G. Geneffé lui-même, viennent en succession : I. Des calcaires jaunâtres à *O. gensacica*, Milioles et Lituoles. — II. Des calcaires grisâtres à *Alveolina ovulum, Num. Lucasi, Coscinolina* et *Gisortia tuberculata*. — III. Des sables à calcaires jaunâtres à *Dictyoconus ægyptiensis*. — IV. Des calcaires blancs à *Num. uroniensis*. — V. Les couches proprement dites du Mokattam à *N. gizehensis* et *Eovasum frequens*. C'est là une série qui s'échelonnerait du Maestrichtien au Lutétien. H. Douvillé y revient [394] à propos des trouvailles de H. Sadek plus au Sud, sur la rive ouest du Golfe de Suez depuis le G. Attaka jusqu'au G. Galala. Au G. Attaka, le Crétacé est bien représenté par des couches à Hippurites, *H. vesiculosus* déjà cité en 1896 [106 et 115]. Sur son versant méridional, des couches à *Orbitoides apiculata* et *Coscinolina liburnica* représenteraient le niveau I de plus haut. Au niveau II reviendraient des calcaires à *Flosculina decipiens*, Orbitolites de petite taille (*O. Pharaonum*), *N. globulus-Guettardi* et *Operculina lybica*. Les couches III à *Dictyoconus ægyptiensis* sont bien caractérisées et renferment des *Orbitolites complanatus* de grande taille, avec, au voisinage, au G. Messeidra, *N. Lucasi*, *N. atacicus* et *Orthophragmina Archiaci*. Au niveau IV, *N. atacicus* est associé aux espèces des calcaires blancs du Lutétien inférieur de Crimée, *N. distans* et *N. polygyratus*. Au-dessus, viennent enfin, avec V et VI, les deux niveaux classiques du Mokattam, respectivement à *N. gizehensis* et *N. contortus-striatus*.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Ce passage du Secondaire au Tertiaire est-il analogue à celui de l'Inde, de la Crimée et aussi de la Dalmatie? Dans sa thèse, J. Cuvillier, qui s'est, à vrai dire, surtout occupé de la vallée du Nil, ne le maintient pas et admet là, comme ailleurs en Égypte, la transgression de l'Yprésien.

Régions syriennes.

A l'Ouest du golfe d'Akaba, branche nord-orientale du fossé de la Mer Rouge, et de sa prolongation dans le fossé du Jourdain, les terrains du Sinaï et du Moghara se poursuivent en Palestine et en Syrie ; ils débordent aussi en Arabie et en Transjordanie.

Dans les années qui ont précédé la guerre, le Père Zumoffen, Professeur à l'Université Saint-Joseph à Beyrouth, a communiqué à H. Douvillé de nombreux fossiles, provenant principalement du pays des Maronites, en particulier des « calcaires du Liban », qui, depuis Beyrouth jusqu'à Tripoli, plongent vers la Méditerranée. Ce sont surtout des Rudistes, d'autant plus intéressants qu'ils se logent vers le milieu des terrains crétacés, entre les faunes urgoniennes classiques et le Crétacé supérieur franc. Aussi pour essayer de préciser leur niveau, fallut-il essayer de rétablir la succession stratigraphique [246, 269 *bis*, 285].

Les calcaires du Liban et les niveaux analogues avaient fait antérieurement l'objet de nombreuses publications qui sont rappelées [269 *bis*], à savoir celles des anciens auteurs français, Botta et Blanche, puis de l'expédition américaine de Lynch et Anderson en Palestine, dont Conrad a décrit notamment les « Hippurites », enfin de Fraas, Hamelin, Diener et Nötling, pour aboutir aux notes d'ensemble de Blanckenhorn et aux descriptions, par de Whitefield, des fossiles envoyés à New-York par les missions américaines.

Autour de trois coupes transversales de Zumoffen, H. Douvillé décrit la série ainsi qu'il suit. Sur des calcaires à *Cidaris glandaria*, dont Lothar Krumbeck, en 1905, a définitivement démontré l'âge jurassique supérieur, viennent des grès à lignites, les « grès du Liban », qu'on peut attribuer au Néocomien. C'est ensuite que débutent les calcaires du Liban.

Un premier ensemble, riche en moules de Bivalves et de Gastropodes, correspond aux « Calcaires à Gastropodes » de la coupe du Sud et se décompose ainsi : *a*) Marnes jaunes à *Orbitolina lenticularis*, dites encore à *Enallaster syriacus*, ou aussi

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

« Gastropodes zone » au sens restreint. H. Douvillé en fait de l'Aptien et c'est sans doute à ce niveau que Zumoffen a trouvé à Aleih, entre Beyrouth et Damas, un bel exemplaire d'*Agria marticensis* [285] sur lequel est collée une Orbitoline (*O. discoidea*). *b*) La muraille à *Cardium* (*Cardium Mauer*), gros banc de calcaire compact, au niveau duquel, dans la vallée du fleuve de Beyrouth, Zumoffen a trouvé de nombreux *Polyconites Verneuili*, tandis qu'ailleurs, par exemple dans la vallée du Chien (Nahr el Kelb), se rencontre un « Hippurite » de Conrad, *Eoradiolites plicatus*, que H. Douvillé met en série avec *Agria marticensis*. *c*) Marnes à *Orbitolina lenticularis*. Calcaire à Nérinées, etc. C'est le niveau à *Knemiceras syriacum*, placé dans le Vraconnien.

Dans un deuxième ensemble, les « couches à Ostracés », se rencontrent les Huîtres du Cénomanien nord-africain ; *Exogyra africana*, *Ex. flabellata*, etc. ; mais déjà en dessous, un banc silicifié fournit *Eoradiolites lyratus*, qui se retrouve aussi au-dessus des Huîtres. Le Cénomanien plus élevé paraît assez variable de faciès. Sur la coupe du Sud, Zumoffen le qualifie de « niveau à Radiolites ». Comme fossile intéressant il fournit *Chondrodonta Joannæ*, et c'est à peu près à cette hauteur que, sur la coupe moyenne, se logent les calcaires siliceux à *Caprinula cedrorum*, espèce voisine de *C. Boissyi*. Toujours dans le Cénomanien, des calcaires compacts à Nérinées fournissent, dans le Sud et le centre, des Radiolitidés, dont des *Distefanella* (gr. de *R. lumbricalis*), qui succéderaient aux *Eoradiolites*. Dans le Nord, le haut niveau renferme *Ac. Mantelli* et *Neolobites Vibrayi*.

Puis viennent les « marnes à Ammonites », incontestablement ligériennes, à *Mammites*, *Thomasites*, etc., fossilifères au Pont de Ghazir sur la coupe sud. Après quoi, des « calcaires à Hippurites » et à Radiolitidés représentent l'Angoumien.

La suite est moins bonne, ou moins bien reconnue, dans le pays des Maronites Elle se bornait alors à signaler dans le Sud les couches sénoniennes à poissons du Sahel Alma, étudiées par Krumbeck, et dans le Nord, les marnes blanches à *Pycnodonta vesicularis*, sur lesquelles arrivent transgressivement les calcaires miocènes à *Clypeaster*.

Même sujette à rectifications, la succession qui vient d'être analysée est d'un gros intérêt. Cet essai stratigraphique sera repris après la guerre, lorsque, dans les territoires syriens sous mandat, le Haut Commissariat de la République française installera, sous la direction de L. Dubertret, un Service géologique, dont H. Douvillé n'a cessé d'être le conseiller, au moins officieux.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Abyssinie.

Contournant la prolongation en Arabie occidentale du socle nord-africain, les dépôts jurassiques se poursuivent, comme on le sait aujourd'hui, par Aden et les Somalis, jusqu'en Abyssinie. C'est là, en Abyssinie, que les études ont débuté, avec notamment des déterminations d'Henri Douvillé.

Dans le Nord, dans les hauts plateaux au Sud de Massouah, Blanford, attaché à l'expédition anglaise de 1868, avait reconnu l'existence d'un socle de roches métamorphiques, puis de grès dits « Grès d'Adigrat », suivis des « Calcaires d'Antalo », eux-mêmes couronnés par des « séries trappéennes » et par des appareils volcaniques. De 1883 à 1885, une mission française, envoyée auprès de Ménélik et dirigée par le Dr Hamon, avait Aubry comme géologue. Celui-ci parcourut en particulier les régions plus méridionales du Choa, dont le rebord occidental domine l'Abaï ou Nil bleu qui descend du Lac Tana. Aubry n'atteint pas le socle, mais trouve des grès inférieurs, comparés à ceux d'Adigrat, puis des formations marines, rapprochées du calcaire d'Antalo et suivies de nouveaux grès, les grès supérieurs d'Abyssinie, que dominent les coulées éruptives et les volcans.

Les fossiles rapportés par Aubry sont confiés à H. Douvillé [52]. Des listes raisonnées qui sont fournies, il ressort que, sur les grès inférieurs, rapprochés du Karroo et des formations analogues du Kutch, le système calcaire, prolongeant celui d'Antalo, comportait deux étages ou grands niveaux. Dans le premier, *Rh. lotharingica* et *Rh. Ewardsi* permettent d'affirmer l'existence du Bathonien inférieur, tandis que *Rh. Morieri*, *Pholadomya carinata*, *Trigonia pullus* etc... seraient du Bathonien supérieur ou du Callovien inférieur, bien difficile à distinguer lorsqu'on n'a pas d'Ammonites. L'Oxfordien et le Corallien ne sont pas reconnus. Mais, dans le haut de la formation, *Terebratula subsella*, *Acrocidaris nobilis* (déterminé par Cottreau), *Zeilleria Egena* et *Pterocera* cf. *oceani* représentent le haut de l'Astartien. Les grès supérieurs d'Abyssinie peuvent correspondre à ceux de Katrol et d'Umia du Kutch, kimméridgiens et portlandiens. H. Douvillé reviendra [230] sur les fossiles d'Aubry, lorsqu'il étudiera des dépôts analogues dans l'Extrême Sud tunisien ; il indiquera que, parmi « les Polypiers et Spongiaires » difficilement déterminables d'Abyssinie, figure un Stromatoporoïde, analogue à celui de Tatahouine en Tunisie.

Dans la note sur l'Abyssinie [52], il fournit en outre quelques considérations sur les failles et effondrements de la Mer Rouge

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

et du système Est africain ; mais, surtout, restant sur le terrain stratigraphique, il suggère que le Jurassique d'Abyssinie doit s'étendre vers le Sud, vers Mombassa, où Fraas et Beyrich ont signalé toute une série d'Ammonites du Jurassique supérieur.

Nous gagnons ainsi le domaine du Canal de Mozambique.

Madagascar.

Dès après la conquête et pendant les premières années d'occupation, du matériel paléontologique a afflué à Paris, soit au Muséum, où il a été étudié par Marcellin Boule et ses collaborateurs, soit à l'École des Mines, où s'en sont chargés H. Douvillé et R. Zeiller.

Pour H. Douvillé, il collabore d'abord [127] à mettre en œuvre les documents récoltés par Villiaume, garde principal d'artillerie de la marine, chargé par le Général Galliéni d'une reconnaissance depuis Ambositra au Sud de Tananarive jusqu'à Moravandra sur la côte du Mozambique, c'est-à-dire traversant tout l'Ouest de l'île à peu près suivant le 20°30′ de latitude sud. Au massif cristallin succède la plaine sakalave, dont le substratum débute par des poudingues et grès ferrugineux, comparés au Karroo. Puis viennent des calcaires, rapprochés du Bathonien, à *Trigonia* cf. *costata* et Alvéolines [1], puis à *Nerinea bathonica*. Ensuite, se logeraient des couches jaunâtres, dans lesquelles Fischer a signalé dès 1873, d'après des envois de Grandidier, une faune attribuée au Lias, mais qui est en réalité au moins du Bathonien supérieur. M. Boule a du reste reconnu, dans des couches jaunes analogues, *Macrocephalites macrocephalus*. Une « crête intermédiaire », au milieu du pays sakalave, est interprétée comme due à une réapparition par failles des grès inférieurs, ce qui n'a pas été maintenu ; il s'agit sans doute déjà là de Crétacé, si l'on en juge par *Desmoceras planulatus* cité par Boule un peu plus au Sud. Sur le versant occidental de la crête intermédiaire, des calcaires blanchâtres tertiaires sont pétris de Foraminifères, *Idalina*, *Archiacina*, d'après Schlumberger, avec moules de gros Bivalves, avec *Ostrea* cf. *edulis* et un gros Oursin rappelant les *Echinanthus*.

Des résultats beaucoup plus précis sont obtenus l'année suivante, lorsque le même Villiaume est allé reconnaître dans le Nord-Ouest de l'île, près de la Baie de Pasindava et à Nossi-Bé,

1. La présence de ces Alvéolines dans le Bathonien de Madagascar est des plus suspectes. (Voir Reichel. Étude sur les Alvéolines. *Mém. Soc. paléont. Suisse*, vol. LVII et LIX, 1936-1937, p. 135.)

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

les couches charbonneuses signalées depuis longtemps [142]. Trois systèmes de couches plongeant au Sud-Est se succèdent assez régulièrement : des grès blanchâtres ; des schistes noirs avec des lits à végétaux, mais aussi à fossiles marins : *Am.* cf. *serpentinus*, *Gresslya*, etc., du Lias supérieur ; enfin des dépôts arénacés charbonneux, avec des calcaires noirâtres, très fossilifères, à *Am.* cf. *serpentinus*, Spiriférines, Térébratules, Bivalves et dents de Sélaciens. Tout le complexe charbonneux de Diégo-Suarez est donc du Lias supérieur, ce que confirme R. Zeiller d'après l'examen des végétaux.

H. Douvillé profite du Congrès de 1900 pour exposer [151] les connaissances sur le Jurassique malgache, depuis la note de Fischer à l'aide des fossiles de Grandidier et les publications de R. B. Newton sur ceux du Rév. Baron et des missions protestantes, jusqu'aux envois les plus récents. Un parallélisme est risqué avec l'Afrique orientale, l'Abyssinie et le Kutch, parallélisme qui « serait plus grand encore, dit-il, si les fossiles étaient dans un même état de conservation et surtout s'ils n'étaient pas étudiés par des paléontologues différents ». On ne dirait pas mieux aujourd'hui, où toutes les recherches confirment ce parallélisme.

En 1904, les observations s'étendent et les listes se multiplient avec la détermination [177] des fossiles récoltés par le Capitaine Monneyres, Chef du Service des Mines, et le Rév. Baron, au cours d'une mission depuis Tananarive jusqu'au Cap Saint-André. On sait que la région du Cap Saint-André correspond à une apophyse du Massif central malgache, enveloppée de calcaires du Jurassique moyen, qui constituent au Nord le Causse Kahavo et se poursuivent au Sud-Ouest suivant la chaîne du Bemara. A la base, sur le cristallin, on retrouve les grès, à *Araucarioxylon* et *Cedroxylon*, triasiques mais montant jusque dans le Lias, d'après des fossiles marins plus ou moins analogues à ceux de Nossi Bé. Au Bajocien et au Bathonien reviennent 400 m. de calcaires avec des gisements nombreux, fournissant principalement des Bivalves, des Gastropodes et des Brachiopodes. Le Callovien est représenté par une oolithique jaune, comparée à la *golden oolite* du Kutch. La suite du Jurassique supérieur est moins belle ; et dans le Crétacé, il n'était alors guère question que d'Albien à *Ac. mamillare*, *Puzosia*, Bivalves, Gastropodes, Brachiopodes et Polypiers.

Dans la même note, il est parlé du Sud-Ouest de l'île, du pays Bara, où la série sera sans doute plus belle que dans le Bemara. H. Douvillé dit aussi que le Capitaine Mouneyres lui a envoyé des fossiles provenant du Crétacé supérieur de la Côte pacifique, déjà signalé par M. Boule. Les Bivalves de cette faune rap-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

pellent tout à fait ceux de la région de Trichinopoly dans l'Inde méridionale. Il insiste surtout sur de fausses Cyprines, à extérieur de Trigonies, qu'il faut ranger dans le genre *Roudeireia* de l'Afrique du Nord.

En 1910, intervient la découverte majeure du Trias marin dans le Nord de Madagascar [255, 256, 259]. Dans les grès et argiles qui constituent la base de la série sédimentaire au-dessus du socle cristallin, M. Boule avait déjà signalé, dans le Sud-Ouest de la Grande Ile, d'après les récoltes du Capitaine Colcanap, du Permien à *Glossopteris indica*, avec Reptiles et Poissons, les *Glossopteris* laissant présumer la présence du charbon qu'on a découvert depuis dans le district de Tuléar. Dans le Nord de l'île, sous la falaise liasique de l'Andrafiamena limitant au Sud la région d'Ambre, des grès analogues avaient fourni des nodules venus à Londres, et Smith Woodward et Bullen Newton y avaient reconnu des Poissons, un Planorbe et un *Naiadites*, attribués à des formations d'eau douce du même âge que celles du Sud. Mais une exploration de filons aurifères conduit dans la même région deux anciens élèves de H. Douvillé, les Ingénieurs Callens et Albert Bordeaux, qui récoltent un grand nombre de ces nodules. La plupart d'entre eux, ceux qui sont plats, sont bien des *miches* à Poissons ; d'autres plus arrondis, souvent creux au milieu, fendus radialement, sont par contre de vrais *septarias* et ils renferment parfois des Ammonites. Les mieux déterminables d'entre elles, *Cordillerites angulatus*, *Hedenstrœmia* cf. *Kossmati*, *Flemingites Russeli*, rappellent des formes des « Meekoceras beds », c'est-à-dire du Trias inférieur de Spiti ou de l'Idaho. H. Douvillé ajoute, que, par Albert Bordeaux, il a reçu d'autres échantillons récoltés par H. Perrier de la Bathie, en particulier des grès grossiers pétris de *Myophoria*.

Dans une dernière note enfin [273], sont utilisées des coupes transversales de H. Perrier de la Bathie depuis la région du Nord, celle d'Ambre, jusqu'à celle du Sud, c'est-à-dire à travers le pays sakalave tout entier. Elles intéressent surtout les grès de base, quoique l'exploration morde parfois sur la marge jurassique plus externe.

Tunisie.

Revenant à l'Afrique du Nord, nous gagnons la Berbérie.

De Tunisie, l'Ingénieur des Mines Aubert, auteur de la première carte au 1/800.000^{e} du Protectorat, envoie en 1889 [68] des Ammonites jurassiques recueillies au Bou Kornine, au Zaghouan,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

c'est-à-dire dans les rochers héroïques de la dorsale tunisienne au Sud-Est de Tunis.

Plus importante est la collaboration, échelonnée à des dates diverses, d'une part à propos de la Djefara, la plaine qui arrive de Tripolitaine en bordure de la Syrte de Gabès et se termine à l'Ouest sous la côte du Dahar, d'autre part à propos de la région des phosphates au Sud de Gafsa.

En Djefara, sous les dépôts récents, il n'était signalé que du Trias quand, à la fin de 1930, Berkaloff trouve un échantillon de *Lonsdaleia* au Djebel Tebaga, immédiatement sous le Dahar à une cinquantaine de kilomètres au Sud de Gabès. Au printemps de 1932, une nouvelle exploration de Berkaloff et Solignac amène la découverte [445] de toute une série permienne, de 1.000 m. d'épaisseur, avec des faunes aussi riches qu'imprévues dans ces parages. Les couches, isoclinales, plongent au Sud. Dans la partie inférieure, des grès, des marnes et exceptionnellement des calcaires dolomitiques fournissent, entre autres nombreux fossiles, des Fusulines qu'étudie H. Douvillé [452, 453]. Les Fusulines proprement dites et les Néoschwagérines rappellent beaucoup, à des races locales près, celles du Permien supérieur d'Extrême Orient, notamment du Laos ; il s'agit de couches nettement plus récentes que celles de Sicile. La partie supérieure, formée de grès débutant par un conglomérat, ne renferme plus de Fusulines, mais une riche faune que Solignac compare à celles du calcaire à *Bellerophon* du Permien le plus élevé des Alpes carniques. Cette partie supérieure supporte en concordance des grès rouges attribués au Trias.

Dans le Djebel Dahar, prolongement du Dj. Nefusa de Tripolitaine, les matériaux avaient été ramassés par le Lieutenant H. Jourdy, fils du Général, au cours d'une série de campagnes topographiques de 1904 à 1906. Ce jeune officier étant mort peu après des suites de ses campagnes, ses principaux résultats sont exposés dans une note posthume [*B. S. G. F.* (4), VIII, 1908, p. 141 à 151, avec une carte], mise au point par H. Douvillé, qui étudie en outre les fossiles [230]. Le tronçon examiné s'étend du bordj de Tatahouine jusqu'à la frontière tripolitaine ; il prend la suite des régions examinées au Sud de Gabès par L. Pervinquière et autres. Des gradins successifs montent de la plaine de Djefara à l'entablement qui débute par le Dahar. Ainsi les Abrègues sont constitués par des gypses et des grès très durs du Trias. Un nouveau ressaut correspond au Jurassique supérieur. H. Douvillé se demande si là, la série ne serait point continue du Bathonien au Ptérocérien, avec un faciès constant à Ptérocères et Céromyes,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

correspondant à une mer peu profonde, tranquille, à dépôts lents en bordure du continent saharien. A l'appui de cette opinion, il fait valoir que *Rh. elegantula* et *Trigonia pullus* indiquent le Bathonien supérieur; l'unique Ammonite trouvée par Pervinquière, voisine de *Pachyceras coronatum*, a des affinités calloviennes ; une grosse *Rhynchonella* cf. *decorata*, recueillie à Tatahouine par H. Jourdy, est à rapprocher de *Rh. nobilis* de l'Oxfordien du Kutch ; le genre *Monodiadema* caractérise au Portugal le Rauracien et le Séquanien, etc. A signaler aussi, dans une faunule à *Monodiadema Gauthieri*, *Pseudocidaris Gauthieri*, *Pholadomya Aubryi*, la présence abondante d'un Stromatoporoïde, qu'Yvonne Dehorne a décrit dans son mémoire de 1918 sous le nom de *Stromatopora Douvillei* et qui se retrouve, comme nous l'avons dit, en Abyssinie. Un troisième ressaut, une troisième côte, la plus continue et la plus importante, correspond au Dahar ; elle est formée de calcaires transgressifs sur tous les niveaux précédents, jusqu'à reposer directement au N sur le Permien du Dj. Tebaga. Des fossiles, rares à vrai dire, *Heterodiadema libycum*, *Exogyra flabellata*. montrent qu'il s'agit de Cénomanien. Passant sur le plateau qui mène au Sahara, la ligne du Garet Makrouga, formée de calcaires dolomitiques, parfois gypsifères, fournit quelques fossiles, *Parapygus Coquandi*, *Echinobrissus* cf. *pseudominimum*, *Ostrea Gauthieri*, qui peuvent indiquer le Sénonien inférieur. Plus loin encore, la chaîne du Sangar est formée de calcaires, toujours gypsifères, à grands Inocérames, avec *Ex. Matheroni*, *Plicatula hirsuta*, *Pycnodonta vesicularis* ; c'est là un niveau bien connu dans toute la Tunisie du Centre et du Sud.

La suite peut s'étudier plus au Nord, dans les « chaînes du Sud de la régence », où H. Douvillé a bénéficié des récoltes de Roux, Ingénieur à la Compagnie des phosphates de Gafsa [263 et 263 *bis*], dans la région de Redeyeff, entre Gafsa et la frontière algérienne.

Au centre de cette région de Redeyeff, la plaine de Tamerza est bordée par deux anticlinaux dirigés Est-Ouest. Celui du Nord, l'anticlinal du Dj. bou Dinar, précédant lui-même au Sud la plaine des Nementcha, est déversé et même étiré vers le Sud. Celui du Sud, le Dj. Bliji, est un dôme éventré à noyau turonien et à flanc méridional vertical qui précède la dépression du Chott Rharsa. Roux a relevé deux coupes détaillées, qui lui permettent, avec le concours de H. Douvillé, de détailler la succession stratigraphique. Elle se résume ainsi qu'il va suivre.

Le Turonien est constitué dans le cœur du Bliji par 200 m. de calcaires et de marnes à *Durania Arnaudi* (cf. *cornupastoris*) et *D. gaensis*.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Au Sénonien inférieur reviendraient 500 m. de marnes, foncées à la base, claires au sommet, où s'échelonnent d'abord des Huîtres, *Lopha semiplana*, *Pycnodonta Costei*, *Liostrea Boucheroni*, puis des *Tissotia*, *T. Fourneli*, *T. Tissoti*, enfin des *Pachydiscus*, *P. selbiensis* etc., le complexe se terminant par un calcaire marneux phosphaté à *Pyrina Bleicheri*.

Dans le Sénonien supérieur, le détail, simplifié, se groupe ainsi qu'il suit. 70 m. de calcaires tendres, sans silex, fournissent d'abord des Spongiaires siliceux et des *Salenia*, puis *Lopha Nicasei*, puis des Orbitoïdes rappelant Royan, enfin *Arnaudiella*. 70 à 100 nouveaux m. de calcaires et marnes foncées débutent par une lumachelle à Plicatules, *Pl. Locardi*, etc., et se continuent par des calcaires gréseux très riches en Foraminifères, *Orbitoides Tissoti*, *Arnaudiella Grossouvrei*, et en Bryozoaires. Puis, après une lumachelle à *Lopha Villei* et *L. dichotoma*, viennent des calcaires très fossilifères à Baculites, *Plicatula hirsuta*, *Pl. Locardi*, *Ex. Matheroni*, Bryozoaires, *Hemiaster Fourneli*, *Orbitoides Tissoti*, *Arnaudiella Grossouvrei*, etc. Enfin se place un calcaire à *Libycoceras Ismaelis*, suivis de nouveaux calcaires à *Orbitoides Tissoti*, que surmontent encore quelques bancs stériles.

En somme, abstraction faite de quelques lits de base et du sommet qui sont stériles, les niveaux précédents sont caractérisés par les Orbitoïdes de Royan et *Arnaudiella Grossouvrei*, et l'on rencontre dans le haut *Libycoceras Ismaelis*. H. Douvillé veut cependant en faire de l'Aturien inférieur, c'est-à-dire du Campanien, et il y reviendra souvent, à propos d'*O. Tissoti*, d'après lui le plus primitif des Orbitoïdes. Les Orbitoïdes de Royan et surtout *Lybicoceras Ismaelis* donnent toutefois à penser qu'on est déjà dans le Maestrichtien.

La suite est formée par 35 à 50 m. de marnes plus claires, sans Orbitoïdes, mais avec des Huîtres, *Lopha Villei* et bien d'autres, *Exogyra Matheroni*, ainsi que *Roudaireia Drui* et *Hemiaster Fourneli*. Après quoi on trouve 50 à 70 m. de calcaires massifs, à silex à la base, fournissant : *Inoceramus Cripsii*, var. *radiosa*, *Exogyra Matheroni*, *Ex. pyrenaica*.

Un nouveau complexe, de 30 m. d'épaisseur, est bien connu dans la chaîne de Négrine. Ce sont d'abord des couches à phosphates, puis des marnes grises à ovoïdes, fournissant d'abord *Exogyra Overwegi*, ensuite *Lopha bomilcarensis*, *L. Tissoti*, *Plicatula* cf. *instabilis* et *Smittipora*. Ph. Thomas cite dans ces mêmes couches *Omphalocyclus macropora*, et on y a trouvé aussi *Roudaireia Drui*. Le « caractère est nettement crétacé ». Cependant, suivant l'habitude des ingénieurs ou spécialistes des

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

couches à phosphates, Bursaux et Ph. Thomas, H. Douvillé et Roux placent déjà ce complexe dans le Danien. Il est plus conforme à la stratigraphie générale de les laisser encore dans le Maestrichtien.

L'étage aurait ainsi, depuis la base des couches à Orbitoïdes, une épaisseur d'environ 300 m., avec des faciès néritiques à Huîtres et à Foraminifères, Orbitoïdes à la base, *Omphalocyclus* au sommet. On a là à nouveau, comme en Perse, l'un des beaux Maestrichtiens connus.

Ce qui vient ensuite est attribué par H. Douvillé déjà à l'Éocène. Des *calcaires inférieurs à silex* fournissent diverses variétés de *Cardita Coquandi*, différente de *C. libyca* des couches maestrichtiennes à *Ex. Overwegi* de Lybie, *Ostrea punica* et des Huîtres déjà de faciès tertiaire, notamment *O. strictiplicata*.

La zone phosphatée principale comprend 5 couches de phosphates, alternant avec des calcaires marneux où l'on trouve *Pycnodonta Archiaci*, *Terebratula Kicksi*, *Thersitea verrucosa* et des Huîtres, tandis que les phosphates sont très riches en ossements de Vertébrés avec, en particulier, *Dyrosaurus phosphaticus*, Plésiosauridé que les travaux de Thévenin permettent de rapprocher des *Cimaliasaurus* de la Craie supérieure d'Amérique. Cela est « un argument sérieux en faveur de l'âge relativement ancien de ces couches et de leur attribution à la base de l'Éocène inférieur ». Pourquoi n'en point faire du Danien ?

Les « couches du toit », épaisses de 50 m., sont des calcaires siliceux ; puis viennent 150 m. de gypses stratifiés, enfin un dernier système, principalement marneux, à *Ostrea multicostata* et *Carolia placunoides*.

Jusqu'ici tout était concordant. Après quoi se présentent, en discordance, des conglomérats et des sables fluviatiles, à bois silicifiés, et, plus au S, à Tozeur, à Vertébrés pontiens récoltés par le Dr Gobert et étudiés d'abord par M. Boule, puis repris plus récemment par F. Roman. Un « système argileux » se termine par des sables qui fournissent à Tozeur *Helix Tissoti* (= *H. Semperi* de grande taille). Il supporte des argiles rouges avec gros galets nummulitiques, vraisemblablement à nouveau discordants et pouvant être pliocènes. Enfin le Quaternaire comporte d'abord des cailloutis à ciment gypseux et silex chelléens, avec une couche de terre noire à *Helix melanostoma*, espèce qui n'existe plus dans la région. Des sables supérieurs renferment *Rh. tichorhinus*.

Au total, avec les rectifications proposées, la région des phosphates de Gafsa montre un très beau Maestrichtien. Puis, les cal-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

caires inférieurs à silex et les couches de phosphates peuvent être daniens. L'Éocène commencerait avec les couches du toit ; il est ensuite gypseux, puis marneux à *Carolia placunoides*. Les dépôts discordants plus élevés traduisent les épisodes continentaux successifs et les dislocations du Miocène, du Pliocène et du Quaternaire.

Algérie.

Reportées à leur date, certaines des publications sur l'Algérie ne sont pas moins intéressantes.

De brèves mentions sur les couches lacustres de Constantine sont faites avec le Colonel Jullien [243], qui y avait recueilli la faune d'eau douce ou terrestre bien connue, notamment tout un contingent d'Hélices dentées. Antérieurement, H. Douvillé avait reçu du capitaine Flick, et provenant d'Inkermann au Sud du moyen Cheliff, un échantillon d'*Helix desoudiana*, mêlé à une faune helvétienne marine [112].

Cela est incident et le principal se rapporte au Sud-Ouest oranais. Là encore, la collaboration est avec les officiers. L'un des animateurs est le Général E. Jourdy. Dans une première « excursion » en 1902 [154], il retrouve à Igli le Carbonifère signalé en 1900 par Ficheur et en rapporte de belles valves dégagées de *Syringothyris* qui seront étudiées plus tard [247]. Aux environs de Figuig, ses récoltes et celles du Lieutenant Quoniam permettent de démêler l'existence d'un très beau Jurassique moyen oolithique. C'est également le moment où Gautier, « l'explorateur bien connu de Madagascar », inaugure sa carrière africaine et découvre près de Beni Abbès les couches à Clyménies, reposant sans doute sur le niveau à *Calceola sandalina* déjà signalé par Flamand [161]. Mais le travail méthodique s'organise, en particulier sous l'encouragement de Liautey, pendant le temps où il a commandé le territoire d'Aïn Sefra. Les officiers, d'abord le Lieutenant Poirmeur, puis le Capitaine Maury et le Lieutenant Huot, cherchent des fossiles, dessinent des cartes et creusent des puits. E. Haug étudie les Goniatites, R. Zeiller les végétaux, H. Douvillé les autres fossiles [227]. On reconnaît des calcaires tournaisiens et viséens, puis des couches plus élevées à Goniatites, fournissant aussi des végétaux qui indiquent le Westphalien. Jourdy annonce bientôt la découverte, par Maury et Huot, d'une houille maigre, celle qui sera plus tard l'objet de recherches dans le bassin dit de Kenadsa [228]. Enfin, en ce qui concerne H. Douvillé, il donne, avec son ami R. Zeiller, dans une note à

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

l'Académie des Sciences de 1908 [231], un résumé, étoffé de longues listes, sur tout ce qu'on savait alors du Carbonifère sud-oranais.

Maroc.

Sur le Maroc, les notes sont sporadiques.

En 1910, H. Douvillé [260, 261] détermine des fossiles, Brachiopodes et Trilobites, rapportés par Paul Jordan, Ingénieur des Mines, de l'Est de la Chaouia, c'est-à-dire de la lisière de la Meseta marocaine au voisinage de l'Oued Chenat. Il s'agit de Dévonien inférieur avec le faciès de Konieprus, complétant et confirmant les trouvailles antérieures de L. Gentil. Dans les calcaires transgressifs constituant le plateau de Settat, H. Douvillé reconnaît le Cénomanien et le Turonien.

En 1919, le Commandant Poirmeur inaugure les reconnaissances au Tafilalet, en découvrant [342], dans l'entaille de l'Oued Zig, du Dévonien moyen à Orthocères, Goniatites et *Panenka*, qui se place dans le prolongement de celui de Figuig-Colomb-Béchar au Nord du Houiller de Kenadsa ; il en est séparé par la couverture crétacée de la Hamada entre la Saoura et l'Oued Zig.

Enfin, en 1929, H. Douvillé décrit [424] *Lacazopsis*, fossile crétacé singulier trouvé par Henri Termier dans les environs de Kenifra et dont nous parlerons à propos des Miliolidés.

Soudan et Sénégal.

De plus longue durée a été l'accrochage avec les territoires rangés maintenant dans l'Afrique occidentale française, en particulier avec le Soudan et le Sénégal.

A partir de 1903, H. Douvillé commence à déterminer les fossiles que lui soumettait A. de Lapparent, rapportés notamment de Tamaské par le capitaine Gaden, puis de la même région par la Mission Moll-Elliot de délimitation avec le Sokoto, c'est-à-dire avec l'angle nord-ouest de la Nigeria, tandis que Bulley-Newton étudiait de son côté les échantillons récoltés par les officiers anglais de la même mission. Ensuite, les fossiles se multiplient au voisinage de Tamaské sur le méridien de Sokoto et plus à l'Est dans le Tilemsi au Nord de Gao ; ils sont dus aux officiers, aux premières explorations de Chudeau et aussi à Garde, de la mission Tilho dans l'Adar Doutchi à l'Est de Tamaské et de Tahoua. Ceux-ci font l'objet d'une remarque [252] sur des couches

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

à soi-disant *Cardita Beaumonti*, qui ne seront pas maintenues par la suite, en même temps qu'est discutée la détermination des Nummulites trouvées au Sénégal. En 1916, H. Douvillé annonce [317] la découverte par Hubert de Lépidocyclines aquitaniennes à Dakar même. Les matériaux s'étant accumulés de toute part, H. Douvillé indique [351] qu'il va les reprendre dans une étude d'ensemble sur l'Éocène du Soudan et du Sénégal, qui paraît effectivement en 1920 [358]. Il n'y a plus à mentionner ensuite qu'une note en collaboration avec le Général Tilho [451] sur la région au Nord du Tchad.

Le point peut se faire avec le travail de 1920, où il est d'abord question du Soudan, puis du Sénégal.

Au Soudan, H. Douvillé s'est surtout occupé de l'Éocène. Il rappelle cependant [451] la trouvaille ancienne de Monteil, signalée par A. de Lapparent en 1901, d'un Oursin, *Nötlingia Monteili*, dans des grès, les grès du Tegama de Chudeau, qui ont une si vaste extension entre le socle cristallin de l'Aïr, apophyse méridionale du Hoggar, et Zinder, grès qui se poursuivent au Nord du Tchad, dans la région de Bilma. Le genre n'est ou n'était alors connu que dans le Maestrichtien du Beloutchistan, et ce fossile peut indiquer, vers la fin du Crétacé, une communication marine du Golfe de Guinée avec la Tripolitaine et les régions plus orientales.

Pour l'Éocène, la base est assurée par une coupe de Chudeau près de Keïta dans l'Adar de Tahoua (Adar Doutchi de Chudeau). Sur 20 m. de couches stériles, repose 1 m. de marnes où abondent les Oursins, *Plesiolampas Saharæ*, *Linthia soudanensis*, accompagnés d'*Operculina canalifera*. Se rangeant à l'opinion de J. Lambert, H. Douvillé en fait du Paléocène, c'est-à-dire du Montien. Des calcaires blancs à Lucines, de 20 m. d'épaisseur, viennent ensuite. Il les décompose en deux horizons. L'inférieur renferme encore *Operculina canalifera* avec de gros Bivalves indéterminables et toute une faune : *Nautilus Molli*, *Heligmotenia Molli*, *Gisortia brevis*, *Mesalia fasciata*, *Velates Schmiedeli*, *Pycnodonta rarilamella*, *Pseudoheligmus nigeriensis*. Ce serait de l'Éocène inférieur, analogue à celui du Sind, tandis que le niveau supérieur se rangerait au début de l'Éocène moyen, avec la disparition d'*Operculina canalifera* et la présence de *Nautilus senegalensis*, *N. Chudeaui*, *Eovasum sudanense*, etc.. Des argiles feuilletées à grands Bivalves et à *Ostrea multicostata* terminent la coupe.

Au-dessus sans doute, on peut loger à Tamaské, d'après la mission Moll, des couches à *Crassostrea soudanensis*, *Cr. Lape-*

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

rinnei, *Halitherium* et Tortues, qui pourraient être de l'Eocène supérieur et qui sont suivies de couches à gypse. Quant à des latérites, dans lesquelles la même mission Moll a trouvé un bloc à *Proto* cf. *rotifera* et un autre à Cardites, il n'ose en conclure que ces fossiles puissent indiquer un retour de la mer après les gypses de l'Éocène supérieur.

Par la bordure méridionale de l'Adrar où ont été trouvés quelques fossiles, on passe à l'Ouest de ce massif, dans le Tilemsi, où, d'après Chudeau, la coupe est un peu différente. A la base, sur des argiles infracrétacées, puis des grès tendres, vient un calcaire à débris d'Huîtres d'où proviennent probablement les *Lopha*, *L. Nicaisei*, *L. Pomeli*, ramassées par de nombreux explorateurs avec *Roudeireia Drui*. C'est là du Maestrichtien, plus ou moins analogue à celui du Sud-tunisien. Ensuite les grès durs de la falaise à l'Ouest du daloll Tilemsi supportent un calcaire à Oursins et à *Nautilus Molli* et *Heligmotenia Molli* ; et plus loin, sur la falaise, sont connues des couches à Huîtres : *O. multicostata*, *O. Chudeaui* et *Liostrea lamellaris*.

D'après Chudeau, quelques fossiles permettent de penser que le Crétacé supérieur et peut-être l'Éocène se prolongent très au Nord du Tilemsi, jusqu'à Azenezzan à l'Ouest du Hoggar, d'où l'on n'est plus qu'à quelque 500 km. des couches crétacées du Tademaït. Ainsi de Bilma à Tamaské, au Tilemsi et au Tademaït, le massif central saharien se trouve ceinturé, au Sud-Est, au Sud, à l'Ouest et au Nord, par le Crétacé.

Le Sénégal, bien qu'on y trouve un Éocène analogue au précédent, paraît en être séparé et dépendre plutôt de l'Atlantique. La géologie en est difficile, car mise à part la falaise au Sud-Est de Dakar jusqu'à Joal à mi-chemin de Bathurst en Gambie, l'Éocène a été surtout rencontré en creusant des puits sous le Quaternaire depuis Dakar jusqu'au Fleuve Sénégal.

La synthèse provisoire de H. Douvillé retient d'abord que le Crétacé supérieur n'est connu qu'à Dakar avec des argiles à *Physaster inflatus* ; il affleure peut-être par suite d'un accident parallèle à la côte et dirigé Nord-Est. Puis viendraient, dans le Montien (?), les calcaires et marnes à *Linthia Delanouei* de Poponguine dans la falaise précitée, ces calcaires supportant l'Éocène en discordance.

Dans celui-ci, en raccordant les observations recueillies dans les puits, il y aurait à la base des couches à *Heligmotenia Molli*, *Gisortia brevis*, *Ostrea* cf. *cymbula*, qui correspondent probablement à l'Éocène inférieur du Soudan. Puis viennent des couches à *N. Vasseuri-subvasseuri* et *N. Heeri* [252], accompagnés de

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Nautilus senegalensis, *Gisortia brevis*, *Eovasum* cf. *frequens*, *Carolia placunoides*, *Pycnodonta rarilamella* race *senegalensis*. Ces couches à Nummulites représentent pour H. Douvillé les calcaires supérieurs de Tamaské au Soudan. Elles sont en effet suivies de couches à Huîtres, avec silex et phosphates, à *Ostrea Friryi*, *O.* cf. *gryphina*, *Eovasum* cf. *frequens* ; l'Éocène se terminerait par des argiles et sables bigarrés progressivement continentaux. On sait que tout cela a été revu et complété par la suite, notamment dans une jolie note toute récente du regretté Fernand Jacquet, aidé dans ses déterminations par J. Flandrin.

Plus haut que l'Éocène, à Dakar même, entre l'appontement de la marine et le lazaret, vient le calcaire jaunâtre, très dur, découvert par L. Hubert et dans lequel H. Douvillé a reconnu *Lepidocyclina* cf. *Schlumbergeri*, *L. marginata*, *Amphistegina*, *Lithothamnium*, c'est-à-dire, dit-il [404], « la faune de l'Aquitanien d'Andalousie ». Au-dessus ne viennent plus que des sables pléistocènes à faune marine, suivis eux-mêmes de dépôts lacustres à Diatomées qui précèdent les dunes actuelles.

Angola.

De l'Angola, H. Douvillé reçoit en 1930 des Ingénieurs Velez Mouta et Alexandre Borges un lot de fossiles crétacés qu'il annonce [432], puis décrit [436], en rappelant au préalable les découvertes, qui, depuis celles de Lenz en 1878 au Gabon d'une part, dans l'Extrême-Sud de l'Angola d'autre part, ont permis, à travers les travaux de Szajnocha, Stanislas Meunier, Choffat, Spath et Haughton, d'étudier la bordure, plus ou moins continue, que dessinent à l'Atlantique, suivant cette longue distance, les terrains crétacés.

Avec V. Mouta et A. Borges, il s'agit du gisement de Salinas près de San Nicolau, dans les affleurements les plus méridionaux, c'est-à-dire ceux de la région de Mossamédès, au Sud du cristallin du cap Santa Maria. Les fossiles ont été tous recueillis dans une couche de 40 cm. d'épaisseur, à la base de 60 m. de calcaires séparés en deux parties par une intercalation basaltique. Le banc fossilifère est constitué par des calcaires à grain très fin, avec nombreux fragments de quartz très anguleux, qui se seraient ainsi déposés dans des eaux tranquilles, pas très loin du rivage. Or, on y constate un curieux mélange d'Ammonites très bien conservées, non roulées, que H. Douvillé, sans entrevoir « la solution du problème », répartit dans les cinq étages : Barrémien, *Puzosia Matheroni*, *Pulchellia Caicedoi* ; Albien, *Acan-*

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

thoceras Lyelli ; Vraconnien, *Desmoceras* cf. *Toucasi*, *Knemiceras Uhligi* ; Cénomanien, *Acanthoceras Borgesi*, *Lytoceras salinarum* ; Turonien, *Prionotropis echinatus*.

Beaucoup plus au Nord, aux environs de Loanda, se trouvent des dépôts tertiaires, notamment des marnes et calcaires dans lesquels Robert Douvillé avait reconnu en 1904 *Lepidocylina Canellei* et *Myogypsina irregularis* du Burdigalien et qui paraissent surmontés par des sables et grès durs à *Cardium hians*. En 1932, le Pr. Machado e Costa de Lisbonne fait parvenir de nombreux fossiles à l'École des Mines. J. Piveteau décrit les Poissons, H. Douvillé [444, 446], les Céphalopodes et les Gastropodes. *Aturia aturi*, le Nautile bien connu du Schlier, confirme l'attribution de Robert Douvillé. Pour les Gastropodes, tout un lot se répartit dans de nombreuses familles, dont quelques-unes font l'objet de commentaires intéressants. Quant aux espèces, sur 44, « 21 se retrouvent dans le Burdigalien d'Aquitaine... 12 sont nouvelles, parmi lesquelles 7 rappellent également les formes de l'Aquitaine ».

Insulinde.

Pour terminer les incursions dans la stratigraphie mondiale suivant le circuit équatorial, il ne reste plus que les régions lointaines, avec d'une part l'Insulinde, d'autre part les régions de l'Amérique centrale.

Dans l'Insulinde, il n'est question que de Tertiaire. La coupe principale est établie à Bornéo, avec les grands Foraminifères recueillis soigneusement par A. Buxtorf [195]. Elle permet de dresser une succession, qui servira à H. Douvillé de succession type pour tout l'Extrême-Orient. Les niveaux sont les suivants : A) Lutétien, correspondant aux « Calcaires à Orbitoïdes », avec *Orthophragmina javana*, *O.* cf. *omphalus*, *O.* cf. *stellata*, *Heterostegina* cf. *reticulata* et une petite Nummulite radiée. — B) Bartonien, gréseux, peu fossilifère, à *O.* cf. *Fortisi* et *Operculina* cf. *aussnonea*. — C) Sannoisien, toujours gréseux, à *N* cf. *intermedius* (= *subbrongniarti*, = *sublævigata*) etc., avec un Sorites (*Orbitolites Martini*). — D) Stampien, où de petites Nummulites, *N. subbrongniarti*, *N. vascus*, des couches supérieures de Biarritz, sont associées à de grandes Lépidocyclines du groupe de *L. Mantelli*. — E, F, G) Aquitanien. Le groupe E est formé par des calcaires, caractérisés par l'abondance des grandes Lépidocyclines avec de rares Hétérostégines et des Alvéolines du type ancien, c'est-à-dire n'ayant encore qu'une seule

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

rangée d'ouvertures. Dans le groupe F, d'abord constitué par des calcaires à silex, puis par des marnes, apparaissent les *Cycloclypeus*, *C. communis*. Le groupe G, à nouveau calcaire, renferme toujours *C. communis*, mais plus rare ; par contre abondent des Hétérostéginidés pour lesquels est créé le genre *Spiroclypeus*. — H) Burdigalien. Il est constitué par des argiles et des grès à Lépidocyclines, *L. sumatrensis*, accompagnées de nombreuses Operculines, *O. Niasi*, de *Spiroclypeus pleurocentralis* et de *Miogypsina* cf. *irregularis*. H. Douvillé profite déjà de ce travail pour réviser ce que l'on sait sur le Tertiaire à grands Foraminifères dans toute la région indomalaise.

Mais il verra vite affluer des échantillons de provenances diverses, en même temps qu'il rectifiera parfois ses premières déterminations. C'est d'abord une courte note sur des calcaires à Lépidocyclines de l'Ile Grand Kei à l'Est de la Mer de Banda, récoltés par Verbeek dans son voyage aux Moluques et pouvant être aquitaniens [241, 251]. Ensuite Warren D. Smith, Géologue en chef des Philippines [250, 270], lui envoie des lots provenant de trois ensembles : 1. Un *système inférieur lignitifère*, montrant l'association des Nummulites et des Lépidocyclines et correspondant ainsi au groupe D, stampien, de Bornéo. — 2. Un *système moyen*, gréseux ou calcaire, à grandes Lépidocyclines e déjà des Alvéolines du type récent, à plusieurs rangées d'ouvertures, c'est-à-dire des Alvéolinelles ; c'est de l'Aquitanien. — 3. Un *système supérieur*, calcaire ou sableux, où les Lépidocyclines, les *Cycloclypeus* et les Amphistégines sont associées aux Miogypsines ; c'est le groupe H de Bornéo, c'est-à-dire le Burdigalien. Puis, entre en jeu, au moins pour lui, car il y a toute une littérature antérieure, l'île de Nias, sur la côte sud-ouest de Sumatra, dont il reçoit des fossiles de K. Martin [273]. Des brèches, qui prolongent celles de Sumatra, renferment *Nummulites lævigatus* et d'autres formes locales, des Assilines, *Orthophragmina decipiens*, *Alveolina javana*, et sont ainsi du Lutétien moyen. Un calcaire brun foncé, où *N. pengaronensis* remplace *N. kelatensis* de la faune précédente, serait du Lutétien supérieur. L'Aquitanien à grandes Lépidocyclines est bien caractérisé ; toutefois, il faut ajouter que des échantillons renferment des Miogypsines, genre qui serait ici « déjà développé sous l'Aquitanien supérieur ». Le Burdigalien est caractérisé par l'association des Miogypsines et des Néphrolépidines. A Sumatra même, les explorations du Dr Tobler [301] appellent d'étroits parallélismes avec la série de Bornéo. De Java, un envoi de K. Martin et de Mme Martin [276] permet, grâce à des fossiles admirablement conservés, de

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

revoir dans l'Éocène supérieur la faune des couches de Nangoulan avec des espèces ou races spéciales de Nummulites, *N. pengaronensis* et autres, et d'Orthophragmines. A Java toujours, les couches plus élevées de Rembang [318, 320], à Lépidocyclines variées dont des formes étoilées, à *Cycloclypeus communis* et *C. annulatus* et *Alveolinella bontangensis*, etc., seraient de l'Aquitanien, mais avec un faciès plus profond que les couches habituelles à Lépidocyclines. Arrivent enfin par H. Brouwer des plaques minces des Moluques et de la Nouvelle-Guinée [383]. Tous ces travaux sur les régions indomalaises sont repris et coordonnés, au moins en ce qui concerne les Lépidocyclines, dans des notes ou mémoires généraux que nous retrouverons à propos des Foraminifères.

Amérique centrale.

En Amérique centrale, la succession des faunes à grands Foraminifères a été plus lente à établir. Dès 1891, H. Douvillé a eu des échantillons de Panama par Canelle, Ingénieur de la Compagnie du Canal [81, 82] ; d'autres lui parviennent ensuite par Ph. Zürcher [123]. Beaucoup plus tard encore, il revient à ces Foraminifères de Panama [312]. Mais la question ne s'est véritablement éclaircie qu'à l'Ile de la Trinité, d'où il a reçu un important matériel successivement par A. Tobler [306] et par le regretté Dr Zyndel, disparu dans le torpillage du *Laconia* [327]. Ainsi la succession a fini par s'édifier. Elle comporte les niveaux ou étages suivants : Lutétien à *Cardita dentata* (*C. planicosta*). — Auversien à Nummulites et à Orthophragmines (*O. varians*, *O.* cf. *Archiaci*). — Priabonien, qui montre déjà, coexistant avec des Nummulites (*N. floridensis*) et des Orthophragmines étoilées (*Asterodiscus stellatus*), de véritables Lépidocyclines pour lesquelles H. Douvillé a créé le genre *Isolepidina*, ainsi que le genre aberrant, à embryon polyloculaire, *Pliolepidina*. — Stampien inférieur, peu différent de l'étage précédent. — Stampien supérieur, où, avec les dernières Nummulites, persistent les Isolépidines et apparaissent les grandes Lépidocyclines d'Europe (*Eulepidina formosa*, *E.* cf. *dilatata*). — Aquitanien enfin, où les Nummulites ont disparu et qui est suivi d'un Burdigalien à *Turritella tornata*.

Cette succession servira de type en Amérique centrale, tout comme celle de Bornéo en Extrême-Orient. H. Douvillé l'utilisera pour comprendre Panama, et aussi le Sud-Est de l'Amérique du Nord [338, 380 *bis*, 381], où le Jacksonien serait du

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Priabonien à Orthophragmines lisses ou étoilées et à grandes Isolépidines (*I. Mantelli*), tandis que le Vicksburgien, avec les Isolépidines et les Eulépidines associées aux dernières Nummulites, serait de l'Oligocène.

Au Vénézuela, il revoit [382] le genre *Helicolepidina*, créé par Tobler dans du Priabonien ou de l'Auversien.

De même que celles d'Extrême-Orient, les Lépidocyclines d'Amérique font, en 1924, l'objet d'un mémoire d'ensemble [398]. Il paraît au moment où les recherches sur les grands Foraminifères connaissent en Amérique un grand développement, avec les travaux de Cushmann, de W. Vaughan et autres. Cet essor, H. Douvillé s'est plu à le souligner [413, 455]. Il regrettera cependant que les méthodes d'étude soient parfois différentes des nôtres et rendent difficiles les comparaisons avec l'ancien monde. Il déplorera aussi l'emploi, la restauration de vieux noms de genres, tels que *Camerina*, *Borelis*, etc., pour remplacer *Nummulites*, *Alveolina*, etc., cependant d'un usage universel.

Il n'y ajoutera plus que quelques indications à propos des Foraminifères de la région pétrolifère du Mexique, envoyés par W. Staub [414]. Entre Tampico et San Luis de Potosi, de petits Orbitoïdes voisins de *Lepidorbitoides socialis*, dont il fait une espèce nouvelle, *L. minima*, témoignent de la présence du Maestrichtien. Des lots de Lépidocyclines de la même région, ramassés depuis San José las Russias au Nord jusqu'à Castillo de Trayo au Sud, s'échelonnent du Stampien à l'Aquitanien et fournissent l'occasion de discuter certaines des belles espèces de Cushmann, avec l'interprétation qu'en donne W. Vaughan, et de les comparer sur échantillons aux espèces européennes.

En outre de ces travaux centraux et coordonnés, H. Douvillé a signalé [307], d'après un envoi d'Arnold Heim, la présence de petites *Orthophragmina* cf. *Pratti* dans des grès verdâtres, probablement de l'Éocène supérieur, dans la partie méridionale de la presqu'île de Californie. Un sondage profond en Floride révèle [426] une succession depuis l'Oligocène supérieur jusqu'au Crétacé ; il est intéressant d'y relever notamment la présence de *Dictyoconus* dans l'Éocène inférieur et d'un petit *Lepidorbitoides socialis* race *americana* dans le Maestrichtien.

De cette même Amérique du Nord, G. Scott lui fait parvenir des *Cardita Beaumonti* typiques, accompagnées d'un Nautile à cloison sinueuse, *Euclimatoceras Ulrichi*, analogue à *N. danicus* ; ainsi le Midwayien des géologues américains pourrait être du Danien.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Pour le Secondaire, des remarques incidentes sont faites sur les Cératites américaines [71] et il a parlé souvent des Rudistes. A propos de ceux-ci, il s'est attaché particulièrement à Cuba. Ses relations avec le Dr Sanchez Roig de la Havane et des comparaisons avec la Jamaïque apportent d'intéressantes descriptions et des constatations stratigraphiques sur les niveaux à Rudistes des Antilles [406, 412]. Il est ainsi question à Cuba de Maestrichtien ou de Campanien à *Barretia*, *Titanosarcolites*, *Antillocaprina*, etc., accompagnés d'un Hydrozoaire, *Parastroma* voisin de *Delheydia* des Indes ; de Santonien probable à Radiolites ; de Cénomanien à *Caprinula cubensis* (cf. *Boissyi*), *Coralliochama antillorum* et *Parabournonia*, ce dernier niveau étant probablement plus élevé que celui d'*Eoradiolites Davidsoni* au Texas, Rudiste sur lequel il est souvent revenu à propos de la Syrie, de l'Égypte, etc.

Pérou.

Gagnant les rivages du Pacifique, il est question à deux reprises du Pérou.

En 1898 [121], un de ses anciens élèves, l'Ingénieur Pinillos, lui adresse des fossiles provenant de la région au Nord de Trugillo au centre du littoral péruvien. C'est du Crétacé moyen avec peut-être trois niveaux. Le premier ne fournit qu'*Am. Milleti*. Le second, accompagné de couches importantes de houille, serait du Gault supérieur avec *Mortoniceras rostratum*, *Acanthoceras Lyelli*, *Am. acuto-carinatus* (= *A. Roissyi*, = *A. peruvianus*), *Exogyra* cf. *flabellata* et une grande Trigonie scabrée, voisine de *T. Etheridgei* des argiles néocomiennes d'Atherfield à *Perna Mulleti*. Le troisième lot provient de la « couche à Oursins et à *Buchiceras* », de teinte plus claire que la précédente ; il comprend de nombreuses variétés de *Placenticeras Uhligi*, *Neithea* cf. *quinquecostata*, *Enallaster Tschuldii*. H. Douvillé insiste sur le développement considérable des couches à *A. Roissyi*, *A. rostratum*, Orbitolines et *Enallaster* au Vénézuela, au Mexique, au Texas, jusqu'à l'île de la Trinité, puis dans la péninsule ibérique, au Maroc, en Algérie et au Liban. Il pourrait aujourd'hui y ajouter Madagascar avec les travaux d'H. Besairie. Les Ammonites de Trugillo qu'avait reçues H. Douvillé ont été décrites par son fils Robert.

La seconde série de travaux sur le Pérou est sortie beaucoup plus tard, de 1920 à 1924 [362, 362 *ter*, 371, 373, 374, 389], à la suite d'envois du Pr Lisson de l'École des Ingénieurs de Lima.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

La région est située dans l'Extrême Nord du Pérou, dans les parages de Payta, du Tumbez et de Zorritos, en somme dans les chaînons, dirigés Nord-Nord-Est, qui accompagnent la rive méridionale du Golfe de Gayaquil. Dès 1842 d'Orbigny y avait signalé du Tertiaire. Le dernier auteur en date, Crzybowski, avec des déterminations du reste discutables, n'y parlait encore que de terrains oligocènes ou plus récents. Dès le premier envoi de Lisson, H. Douvillé [362] n'a pas de mal à reconnaître de l'Éocène inférieur. On y trouve le Nautile à cloison sinueuse *Euclimatoceras Ulrichi* du Midway, c'est-à-dire de l'Éocène le plus inférieur ou du Danien depuis le Texas jusqu'à l'Alabama. Des couches ligniteuses fournissent *Venericardia dentata* (= *planicosta* auct.). Enfin tout un lot de fossiles, principalement des Gastropodes, rappelle, avec de plus grandes tailles, le Claibornien nord-américain. Mais, entre temps, la région, qui est la région pétrolifère du Pérou, fait l'objet d'études précises de la part du Dr Bosworth, avec la collaboration de Woods pour les Bivalves et de Cushmann pour les Foraminifères. H. Douvillé annonce ces travaux [362 *ter*], puis présente le mémoire de Bosworth [389], qui, dans une série de 5.000 m. d'épaisseur, distingue trois ensembles, le *Negritos* à *Venericardia planicosta* (= Claibornien, = Éocène) ; le *Lobitos*, à rares petites Nummulites, Orthophragmines et Lépidocyclines (= Jacksonien = Oligocène), le *Zorritos* à *Turritella tornata* (= Monkey Hill, = Miocène). Ces couches sont suivies elles-mêmes de trois terrasses marines à faune actuelle ; la plus haute s'abaisse du Nord au Sud.

Se bornant maintenant à étudier les fossiles intéressants, H. Douvillé déclare d'abord que les Foraminifères sont tous de très petite taille. Il est question d'une Nummulite, *N. Lissoni*, voisine de *N. planulatus*, mais avec des caractères d'Operculine [371], et d'Orthophragmines à logettes équatoriales n'alternant pas d'un cycle à l'autre [373]. Sur les Gastropodes, les considérations sont plus étendues, surtout à propos du Négritos, c.-à-d. de l'Éocène, où H. Douvillé décrit [371 et 374] des types curieux, voisins pour certains de ceux rencontrés au Sénégal et aux Indes. Ils seront considérés, à leur place systématique, dans l'examen des travaux paléontologiques.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

IV

RÉSUMÉ STRATIGRAPHIQUE ET PALÉOGÉOGRAPHIQUE

La Mésogée.

Un long voyage à travers le monde a groupé par régions les publications géologiques d'Henri Douvillé. Cette méthode était plus commode que l'ordre stratigraphique, pour lequel un rapide résumé pourra maintenant suffire. Au surplus, en juxtaposant les deux points de vue, on verra se préciser une notion générale très importante, due à H. Douvillé, celle de la *Mésogée*.

Les études sur le Primaire ont été occasionnelles, en portant sur la Chine, l'Indochine, l'Iran, Héraclée, le Sud-tunisien, le Sud-oranais et les régions marocaines.

Pour le Trias, il a été question de l'Indochine, de la Grèce et surtout de la découverte du Trias marin dans le Nord de Madagascar.

Sur le Jurassique, principalement le Jurassique moyen et les termes inférieurs et moyens du Jurassique supérieur, les travaux sont déjà plus nombreux et plus cohérents. Après un intéressant départ dans le Bassin de Paris et la note avec Ph. Zürcher sur les environs de Toulon, des contingents parfois considérables de fossiles et des constatations stratigraphiques importantes ont été apportés par l'Elbourz, par le Moghara dans le Nord-Est de l'Égypte, par l'Abyssinie, Madagascar, le Sud-tunisien et le Sud-oranais.

A propos du Crétacé inférieur jusqu'à l'Albien inclus, nous avons retenu le Tibet et le Sud du Pamir, Héraclée, le Bakony Wald, la Perse, la Syrie et le Moghara, le Texas, toutes régions où se rencontrent aussi bien les Orbitolines que les Rudistes des calcaires urgoniens des Alpes ou des Pyrénées. Pour le Crétacé supérieur, de belles coupes, parfois complètes, ont été analysées dans l'Himalaya sur la route de Lhassa, le Beloutchistan, le Ferghana, les Balkans, le Sud-Ouest de l'Iran, la Syrie et l'Égypte, le Sud-tunisien ; il a été question aussi de l'Angola et occasionnellement des régions centrales de l'Amérique. Un Maestrichtien exceptionnellement beau a été étudié en Perse, de même que dans la région des phosphates de Gafsa. En s'élevant dans la série, on gagne les couches de passage au Tertiaire dans l'Himalaya, les couches à *Cardita Beaumonti* du Bélouchistan

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

et du Sind, peut-être l'Éocène inférieur du Nord de l'Égypte, à coup sûr celui du Sud-tunisien, puis du Soudan et du Sénégal, sans oublier, en Aquitaine, le passage du Secondaire au Tertiaire qui mène à l'Éocène de Gan. En montant toujours, les dépôts nummulitiques de Crimée, d'Aquitaine, etc., notamment la série de Biarritz, conduisent aux couches à Lépidocyclines, étudiées ou révisées principalement en Aquitaine, en Extrême-Orient et dans les régions centrales de l'Amérique.

Le paragraphe précédent, particulièrement nourri, englobe un grand intervalle stratigraphique, depuis le Crétacé inférieur sous son faciès urgonien jusqu'aux couches à Lépidocyclines les plus élevées, c'est-à-dire celles qui atteignent le Miocène inférieur. On tient ainsi la gamme des terrains qui ont le plus longuement retenu H. Douvillé, et cela dans la large bande parallèle à l'Équateur où ont vécu les Rudistes et les grands Foraminifères, Orbitolines, Orbitoïdés, Nummulites et autres. C'est pour cette large bande et pour cet intervalle de temps, qu'il a proposé, en 1900 [135], le terme de *Mésogée*, littéralement région « qui est au milieu des terres ». Il dit encore que le mot est « la transcription grecque du mot Méditerranée ». Toutefois il lui affecte le sens à la fois géographique, stratigraphique et aussi biologique, qui vient d'être indiqué. Dans les temps géologiques, la Mésogée de H. Douvillé prend la suite, avec des rivages qui parfois en « diffèrent notablement », de la « Méditerranée centrale » de Neumayr et de la Téthys d'E. Suess. Il y a là une sorte d'immense creuset dans lequel ont évolué des faunes chaudes, tant dans la Mésogée elle-même, que dans ses dépendances plus ou moins lointaines et dans ses colonies appauvries ou dégénérées. Sa considération reviendra bien des fois dans l'analyse des travaux paléontologiques.

Relativement au Tertiaire à l'extérieur du domaine mésogéen, ou bien encore à des niveaux plus élevés que les couches à Lépidocyclines, les publications d'Henri Douvillé redeviennent sporadiques, par exemple sur l'isthme de Corinthe, le Tertiaire continental de Tolède, les couches à Hélices dentées de Constantine, le Miocène de l'Angola, etc., sans omettre de souligner les importantes recherches initiales sur le Tertiaire du Sud du Bassin de Paris et de la vallée de la Loire et les remarques incidentes faites à propos du Quaternaire.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Deuxième Partie

LES TRAVAUX PALÉONTOLOGIQUES

H. Douvillé a abordé plus ou moins tous les groupes, ne serait-ce que pour son cours à l'École des Mines, malheureusement autographié seulement et incomplètement publié [73], ou pour le classement des collections. Néanmoins, certains d'entre eux n'ont fait l'objet que de mentions occasionnelles, qui seront d'abord indiquées rapidement. Des chapitres spéciaux seront ensuite consacrés aux ensembles étudiés par des travaux nombreux et étendus, conduisant parfois à des révisions totales. A travers cette analyse se dégageront des méthodes, des « tendances » plutôt, donnant à toute l'œuvre le cachet profondément original que notre conclusion essayera de dégager.

I. ÉTUDES DIVERSES

Algues calcaires. Échinodermes. Arthropodes. Vertébrés.

H. Douvillé ne parle guère des Algues calcaires qu'à propos d'un type nouveau, aussi bien comme genre que comme espèce, *Solenomeris O'Gormani*, rencontré dans l'Éocène inférieur du Béarn [396]. Ce sont des masses calcaires mamelonnées, constituées par des files rayonnantes de cellules hexagonales, plus larges que les cellules rectangulaires des Lithothamniées. S'agit-il de la persistance d'un type paléozoïque tel que *Solenopora*, ou n'est-ce pas « simplement un rameau écarté des Lithothamniées » ? La question n'est pas résolue.

Sur les Échinodermes, sauf quelques déterminations, des remarques se bornent d'abord à rappeler [31] une vieille observation de G. Rose sur le fait que chaque pièce du test constitue un seul cristal, qui se complète et se spathise dans la fossilisation, et surtout, plus tard [267], à un essai de justifier, pour les Échinides, les caractères des principaux groupes par l'habitat et le mode de vie. Ces dernières considérations l'avaient déjà inspiré dans la classification adoptée dans le cours de l'École des Mines, ainsi qu'il l'expose dans sa Notice [174 *bis*].

Sur les Arthropodes, indépendamment de la citation et de la

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

détermination de Trilobites [56, etc.], il présente [65 *bis*] des fragments de thorax d'un grand *Arthropleura* du Houiller de Saint-Étienne.

Quant aux Vertébrés, il signale [51] la présence, dans les collections de l'École des Mines, d'un squelette presque complet d'*Halitherium*, des faluns de Pontlevoy, et la découverte de débris de Mégalosauridés de grande taille dans les marnes oxfordiennes de Dives et de Villers [51 *bis*]. Des remarques sont faites sur le rôle de la concurrence vitale chez les Mammifères [267] entre les Carnivores, les « mangeurs », et les « mangés », ceux-ci échappant à leur sort par des modes de protection divers chez les Insectivores, par la taille et la peau épaisse chez les Pachydermes tels que les Rhinocéros, par l'adaptation à la course chez le Cheval, le Cerf et l'Antilope. Dans cette note, on trouve aussi une suggestion, pour le moins curieuse, quant à l'origine de l'Homme, provenant des Singes anthropomorphes, animaux arboricoles, obligés de « s'adapter ou de mourir », devenus marcheurs et développant leur intelligence, partant leur cerveau, en quittant la forêt équatoriale, lorsque celle-ci, à la suite de la période glaciaire, a pu faire place au *bush*, le « paradis terrestre de la tradition ». Sur un terrain moins contestable, il donnait dans son cours [73] un intéressant résumé de la classification des Vertébrés.

Spongiaires.

A deux reprises, il s'est occupé des Éponges calcaires du Primaire et du Secondaire, les Pharétrones de Zittel, rangés à la suite des beaux travaux de G. Steinmann au voisinage des *Sycon* actuels. On sait que les *Sycon* sont des Éponges relativement simples, où les tubes radiaires, pourvus de corbeilles vibratiles, débouchent directement dans une cavité atriale centrale, sans l'intermédiaire de canaux exhalants.

Tout d'abord, le matériel, rapporté par J. de Morgan des calcaires dinantiens à Fusulinelles du Pays des Baktyaris en Perse, lui fournit, en 1904 [187], des *Amblysiphonella* Steinmann, formes connues dans les Asturies, en Carinthie et dans l'Inde. Il s'agit d'organismes cylindriques, à parois perforées, montrant des loges annulaires successives et un tube central, bref une disposition d'Orthocères, avec lesquels Waagen les avait confondus dans les calcaires moyens à *Productus* de l'Inde. En outre, dans les loges annulaires, on trouve de curieuses vésicules sphériques, dont la signification n'a pas été précisée.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Il y revient en 1914, dans un travail beaucoup plus étendu [293], écrit, semble-t-il, à la suite de sa révision continuellement poursuivie des faunes du Crétacé. Dans l'ordre de complexité, il parle d'abord d'un fossile cénomanien du Mans, dit improprement *Verticillites incrassata* d'Orb., et dont il faut faire un *Sphærocœlia* Steinmann. En série longitudinale, on y voit une succession de petites outres, des sortes d'*Olynthus* Hæckel, l'oscule de chacune d'elles s'ouvrant à la base de la suivante. Le bord des oscules devenant saillant, un tube central s'organise dans l'axe de tout l'animal, et l'on retombe sur un type cylindrique voisin des *Amblysiphonella*, pour lesquels Steinmann a repris un nom manuscrit de Munier-Chalmas : *Barroisia* (type *B. anastomosans* Mantell sp., de la Craie de Farringdon). Ces *Barroisia* fournissent à H. Douvillé une espèce nouvelle, *B. Bertrandi*, des calcaires urgoniens des Pyrénées, tant à Galamus dans l'Aude, qu'à Vinport dans les Basses-Pyrénées. Chez certains *Sphærocœlia* se rencontrent des vésicules analogues à celles d'*Amblysiphonella*. Dans un autre type, *Thalamopora* Roem. du Cénomanien (*Th. cribrosa* Goldf. d'Essen, *Th. vesiculosa* Michelin du Mans), les vésicules se développent, soit tout autour du tube central, soit d'un seul côté.

Arrivé à ce point, H. Douvillé peut reprendre, après Steinmann, le genre *Verticillites* Defrance de la Craie à *Baculites* du Cotentin. La structure est déjà plus complexe : autour d'un ou de plusieurs tubes osculaires, se disposent des chambres annulaires, basses, étalées, consolidées par de minces piliers perpendiculaires à l'étalement des chambres et constitués par une prolifération du tissu spiculaire des lames criblées. Ici, les spicules ne sont plus tri, mais quadriradiés, et leur quatrième branche constitue les piliers.

H. Douvillé fait enfin allusion aux formes énigmatiques du Cambrien, les *Archeocyathus* de Billings au Canada, rencontrés depuis en bien des points du monde, notamment en Australie où Griffith Taylor leur a consacré en 1910 un mémoire fondamental. Ce sont des doubles cônes emboîtés, criblés, sans toutefois qu'on y parle de spicules, les deux cônes étant réunis par des cloisons rayonnantes. Dans le genre *Coscinocyathus* s'ajoutent des planchers transversaux tout comme dans les *Sphinctozoa* (*Barroisia*, *Amblysiphonella*) de Steinmann. Aurait-on affaire à des Éponges calcaires ou à une origine commune des Spongiaires et des Anthozoaires, « beaucoup moins séparés qu'ils ne le sont aujourd'hui » ? La question reste posée.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Hydrozoaires.

On connaît le curieux fossile de l'Éocène supérieur d'Égypte, décrit en 1899 par Ch. Mayer-Eymar sous le nom de *Kerunia cornuta*, et considéré par lui comme un Céphalopode, mais dont Oppenheim et Vinassa de Regny ont montré la nature hydractiniaire. En 1905, Nopcsa parle, le premier, « d'une symbiose régulière entre un Hydrozoaire et un animal encore inconnu », et, immédiatement, H. Douvillé [189] suggère que « celui-ci était peut-être un Pagure ». L'année suivante, il revient sur la question [206]. Extérieurement, la colonie d'un *Kerunia* montre de fortes cornes, d'habitude au nombre de six dans le plan médian, auxquelles s'en ajoutent deux latérales, une de chaque côté. Quant au vide spiral interne, H. Douvillé montre qu'il ne commence pas dans le plan de symétrie, mais qu'il débute à la base de la corne droite, par une petile coquille de Gastropode de genre variable (Mésalies ?, Natices, etc.). C'est là une première preuve de la symbiose, qui s'étayera davantage encore pour lui [225], lorsque son Confrère, M. Louis Bouvier, lui montrera des colonies actuelles d'un *Cyclactinia*, draguées sur les côtes de Californie ; elles ont tout à fait la forme des *Kerunia* et hébergent un Pagure, *Eupagurus varians*, dont une des pinces, plus développée, peut fermer l'ouverture à la manière d'un opercule. Dès lors, *Kerunia* peut s'interpréter ainsi : à la coquille initiale de Gastropode correspond la corne droite ; la corne gauche fait équilibre ; quant à celles successives du plan médian, la dernière fournit un appui à l'ouverture. Pour le Pagure, l'accroissement de l'Hydractinie pourvoit à l'agrandissement de son logement et lui permet « d'économiser les hasards d'un déménagement ». Les Hydractinies trouvent elles-mêmes bénéfice à être promenées par le Pagure, puisque, sur nos côtes actuelles, c'est surtout sur les coquilles mortes adoptées par les Pagures qu'on les trouve fixées.

Mais quelle est l'Hydractinie des *Kerunia* ? Il ne s'agit pas d'*Hydractinia* au squelette *encroûtant*, chitineux, qui se retrousse par une partie calcifiée à l'intérieur de la coquille du Gastropode, et auquel s'ajoute extérieurement une partie *végétante* de pointes et de lames de chitine anastomosées. Pas davantage, on ne peut songer à des *Millepora*, ceux-ci en colonies fixées, pourvues de tubes calicinaux tabulés, réunis par tout un système de canaux *tangentiels* ou radiants. Les *Cyclactinia* encroûtent bien, comme on l'a vu, des coquilles promenées par des Pagures ; mais, dans la structure du test, les couches concentriques sont séparées par des

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

chambres interlaminaires communiquant par des canaux radiants, la disposition tangentielle ne se rencontrant que dans des sillons superficiels. En définitive, le type des *Kerunia* est spécial ; il n'a ni tubes calicinaux, ni chambres interlaminaires, mais est pourvu de canaux radiants ; il peut donc justifier un nom de genre [206].

Chemin faisant, H. Douvillé reprend d'autres formes : *Delheidia* Dollfus, sorte de boules de l'argile rupélienne de Boom en Belgique, enveloppant de petites coquilles d'*Aturia* ; *Thalamospongia* d'Orb. (= *Thalaminia* Steinmann), Hydrozoaire qui donne des colonies fixées, en forme de morilles, du Nécomien de l'Yonne, mais genre auquel il faut peut-être rattacher aussi *Hydractinia cretacea* Fischer du Cénomanien du Mans, qui encroûte des coquilles de Natices.

Plus tard, il revient sur des organismes de ce genre. Dans les couches à Gastropodes de l'Himalaya central [315], il décrit et figure abondamment, sous le nom de *Delheidia Haydeni* nov. sp., de petites colonies sphériques, de 6 mm. de diamètre, débutant par une première loge, qui peut rappeler une loge mégasphérique de Miliolidés, et comprenant ensuite des couches parallèles imperforées, jointes ou traversées par des piliers. Les vrais *Delheidia* ont cependant une structure plus lâche et des lames plus irrégulières. Si bien qu'à propos d'autres échantillons, plus gros (10 cm.), plus irréguliers, du Maestrichtien à *Barretia* de Cuba [406], il crée un genre, *Parastroma*, qui comprendrait à la fois ceux de l'Himalaya central, *Parastroma Haydeni*, et d'autres échantillons de Cuba, *Parastroma Sanchezi* nov. sp. Mais ces derniers ne seraient-ils pas tout simplement des fragments roulés de coquilles de Radiolitidés, ainsi que l'ont voulu depuis certains auteurs américains ?

Bryozoaires symbiotiques des Pagures.

Les études qui viennent d'être rappelées armaient particulièrement H. Douvillé pour interpréter d'autres colonies symbiotiques, appartenant celles-ci aux Bryozoaires. L'occasion lui en est fournie par une note de G. Lecointre sur *Cellopora parasitica*. Ces masses irrégulières des faluns de Touraine sont perforées d'un canal à l'origine duquel se trouve une coquille de Gastropode (Vermets, Turritelles, Natices, etc.), tandis que le canal lui-même comporte un revêtement calcaire, *strié longitudinalement*. G. Lecointre attribue encore ce revêtement au Gastropode. H. Douvillé [438] dit qu'en réalité il n'est que la face dorsale du Bryozoaire. Ainsi la symbiose du Bryozoaire n'a pas lieu avec le

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Gastropode, mais bien avec un Pagure ; celui-ci, suivant l'habitude, s'est initialement réfugié dans une coquille morte de Gastropode ; le Bryozoaire assume ensuite la charge de former l'enveloppe tout comme l'Hydractinie de *Kerunia*. D'après des échantillons communiqués par F. Canu, H. Douvillé trouve des symbioses analogues pour d'autres Bryozoaires : *Hippoporidea edax* et *H. maculata* du Miocène, *Cellopora minuta* du Pliocène.

Bivalves et Annélides perforants.

La note précédente examine aussi des Bivalves perforants, coralliophages, qui ne sont plus symbiotiques, mais véritablement parasites. Les Magiles creusent des galeries irrégulières dans la masse des Méandrines. A l'arrière, l'animal lâche un mucus très chargé en calcaire, qui obstrue les galeries ; le calcaire est emprunté à son hôte par le parasite qui a digéré celui-ci. Le cas est un peu différent avec des Gastrochènes qui, dans le Crétacé de l'Angola, attaquent les parties mortes d'un Stylinidé, voisin des *Cryptocœnia*. Ces petits Bivalves s'entourent périodiquement de coques ovoïdes, constituant au total une sorte de tube cloisonné ; l'animal lui-même peut ainsi rester proche de la surface, en suivant la croissance du Polypier.

Sur le chapitre des perforations, H. Douvillé apporte aussi d'intéressantes suggestions relativement aux Annélides [220]. Il analyse des tubes en U, dont les deux branches sont parfois réunies par des traverses et dont l'ouverture, en « trou de serrure », suivant l'expression parlante de C. Lisson, montre deux trous jumelés par une réunion transversale. D'après divers auteurs, H. Douvillé signale de telles perforations dans la coquille des Huîtres actuelles, aussi bien qu'à la surface de calcaires jurassiques surmontés par de l'Helvétien en Portugal, et même encore jusque dans des quartzites paléozoïques de Callao au Pérou. Le tube de ces perforations est de maigre diamètre, de l'ordre du millimètre. Sur l'avis d'A. Giard, H. Douvillé les interprète comme creusées par des Annélides voisines des *Polydora* actuels et il propose de les appeler *Polydorites*.

Ainsi orienté, il se demande s'il n'en est pas de même pour des tubes en U de dimensions beaucoup plus considérables, « 8 fois plus grands », et dont le remplissage, le moulage interne, a souvent été isolé par érosion ou dissolution de la gangue encaissante. Il en a été trouvé dans le Miocène d'Alcoy, dans la Craie d'Anzin recouverte de Landénien, dans la Craie polonaise supportant du Miocène. On peut, avec Lomnicki, les ranger

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

sous la désignation de *Glossifungites*, en sachant bien toutefois qu'il ne s'agit pas d'Algues, comme le voulait cet auteur, mais bien de perforations d'Annélides de grande taille. Sur les tubes aussi bien que sur leur moulage, on voit de nombreuses stries, traduisant sans doute « l'action mécanique de grattage » par les crochets chitineux qui arment certaines parties du corps de l'Annélide. Ces stries rappellent celles des *Bilobites* ; mais les Bilobites et d'autres traces ou contremoulages analogues peuvent être dus, suivant l'observation de Nathorst, à d'autres animaux, en particulier à des Crustacés.

Des canaux perforants des roches ou des organismes, il sera encore question à propos des Foraminifères [434] ; mais l'examen en sera mieux placé à la fin de l'étude de ce groupe, le premier de ceux sur lesquels H. Douvillé s'est très longuement étendu.

II. FORAMINIFÈRES

Les publications sur les Foraminifères ne s'élèvent pas à moins de 150. Ce morcellement, heureusement jalonné par des notes générales ou des mémoires, trouve son explication dans les circonstances qui ont présidé à leur développement. A la différence de celles sur les Rudistes par exemple, ce n'est pas par des études méthodiques qu'elles ont commencé, mais surtout par des remarques incidentes, stratigraphiques ou paléontologiques, à propos de la Mésogée. Du reste, au début, d'autres savants y étaient attachés, en particulier Ch. Schlumberger pour les Orbitoïdes du Crétacé et de l'Éocène ; Paul Lemoine et Robert Douvillé pour les Lépidocyclines ; Jean Boussac pour les formes du Nummulitique alpin. H. Douvillé semblait ne devoir se réserver que les groupes non étudiés par d'autres paléontologistes français : Orbitolites, Orbitolines, Fusulines, etc. Mais, lorsque nos spécialistes se sont successivement trouvés défaillants, il s'est vu finalement engagé dans la considération d'à peu près tous les grands Foraminifères. Chemin faisant, bien des aperçus sur leurs relations, leur évolution, leur développement individuel, leur mode de vie et leur distribution se sont faits jour, souvent repris, modifiés et complétés. L'essentiel s'en retrouvera dans les pages qui vont suivre, où les ensembles seront examinés à peu près suivant l'ordre qu'il a lui-même adopté dans une note générale [214] ; après quoi, quelques lignes terminales grouperont les thèmes ou les considérations générales qui n'auront pas trouvé place dans l'examen détaillé.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Fusulines, *Loftusia* et Alvéolines.

Les Fusulines présentent « la forme fondamentale » [214], résultant d'un enroulement spiral symétrique et donnant une coquille d'abord et exceptionnellement lenticulaire, nummulitiforme, chez certaines Fusulinelles, mais plus généralement globulaire ou fusiforme chez toutes les autres. Les dispositions internes étaient à peu près connues, mais non la structure du test, celui-ci improprement décrit comme perforé, sauf chez les Fusulinelles considérées comme imperforées. Le beau matériel envoyé du Permien supérieur du Pong Oua (Laos) par H. Monod permet à H. Douvillé de reconnaître que le test des Fusulines « se compose d'une mince couche externe imperforée, de texture finement arénacée, soutenue par un réseau alvéolaire de poutrelles ». Sur des sections perpendiculaires aux cloisons méridiennes, les poutrelles, minces à l'extérieur, s'élargissent en massue vers l'intérieur ; les cloisons elles-mêmes, plus développées que les poutrelles, offrent la même disposition en massue vers l'intérieur. La structure arénacée et alvéolaire du test des Fusulines, qu'il avait déjà reconnue chez les Orbitolines et d'autres Foraminifères, serait le fait d'un habitat plus profond et plus éloigné des côtes que celui des Porcelanés, à test compact et calcaire chez les Alvéolines par exemple, qui auraient vécu surtout sur des prairies d'Algues calcaires.

La structure du test étant précisée, H. Douvillé reprend rapidement les genres. *Fusulinella* a le test compact, probablement finement arénacé ; des cloisons droites portent chacune une ouverture simple dans le plan équatorial. De ces Fusulinelles, il en avait déjà décrites [187] dans les calcaires noirs silicifiés, dinantiens, du pays des Baktyaris en Perse : *F. sphærica* Abich et une espèce nouvelle, *F. lenticularis*, simulant une petite Nummulite radiée, mais présentant comme la précédente, dès qu'elle est usée, une bande équatoriale lisse, déprimée, qui correspond à la succession des ouvertures. *Fusulina* a, de même que tous les sous-genres suivants, le test alvéolaire ; la forme est en fuseau ; les cloisons sont plissées vers l'intérieur et à plis contrariés ; l'ouverture est toujours simple. *Schwagerina*, globuleuse, a des ouvertures multiples en une rangée à la base intérieure des cloisons. *Doliolina*, dérivant du précédent, fusiforme et renflé au milieu, voit apparaître, sur le plancher de la spire et entre les ouvertures, des cloisons basales transverses. Chez *Neoschwagerina*, entre les cloisons méridiennes, s'introduisent au toit des cloisons longitudinales supplémentaires, qui dérivent du simple

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

allongement d'un groupe de poutrelles. Dans *Sumatrina*, autre genre qui, aussi bien que le précédent, dériverait directement de *Doliolina*, les côtes basales deviennent des cloisons complètes, percées d'une ouverture médiane. Ces « enchaînements » correspondent à des apparitions successives : les Fusulinelles dans le Dinantien, les Fusulines dans le Moscovien, les Schwagérines dans l'Ouralien, les Doliolines et les Néoschwagérines dans le Permien inférieur, les Sumatrines dans le Permien supérieur.

Après ces observations fondamentales, notamment celles sur la structure, dont ont fait état les nombreux auteurs postérieurs qui se sont occupés par la suite du groupe depuis l'Ouest des États-Unis jusqu'au Japon, après l'étude du matériel haut-laotien, H. Douvillé n'a plus eu que tardivement une occasion de revenir aux Fusulinidés, en décrivant les espèces du Permien moyen et supérieur que MM. Solignac et Berkaloff ont trouvées au Dj. Tebaga, ainsi que nous l'avons dit à propos du Sud-tunisien [452].

Les *Loftusia* correspondent aux curieux et gros organismes, de 8 cm. de longueur, récoltés par Loftus en Perse, dans le trajet de retour du célèbre voyage de 1855, au cours duquel l'explorateur anglais avait découvert les ruines de Ninive. Le genre et l'espèce, *Loftusia persica* Parker et Jones 1860, ont été repris et bien décrits, en 1869, par Carpenter et Brady, qui rapprochent à juste titre ces *Loftusia* des Alvéolines, mais les considèrent comme d'âge tertiaire. Les explorations de J. de Morgan, dont il a été question par ailleurs, ont retrouvé l'espèce et, semble-t-il, le gisement de Loftus. Le niveau est en réalité maestrichtien, dans les couches à Rudistes, immédiatement au-dessous des couches à Cérithes, qui fournissent elles-mêmes une autre espèce, plus petite (45 mm.), qu'Henri Douvillé [187] décrit sous le nom de *L. Morgani*, en même temps qu'il reprend la première. Le type général est bien celui des Alvéolines ou des Fusulines, mais avec un test grossièrement arénacé. Le réseau poutrellaire est bien net, au moins chez *L. persica*. Des mailles élémentaires se groupent en autres mailles de plus grandes dimensions. Un endosquelette irrégulier est également présent. Chez *L. Morgani* il n'y a qu'une rangée d'ouvertures à la base des cloisons, mais déjà des côtes transverses, tandis que les perforations se multiplient sur toute la cloison de *L. persica*.

Ainsi que l'indique Reichel dans un travail que nous avons déjà cité à propos de Madagascar, les Alvéolines semblent bien ne débuter qu'au Cénomanien, notamment en Aquitaine. Elles

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

pullulent surtout dans l'Éocène mésogéen, où H. Douvillé a eu bien des fois à en citer et même à en décrire [315, 356, 370, 394, 420]. Le test est, nous l'avons dit, imperforé, porcelané ; les cloisons méridiennes sont droites, avec une seule rangée d'ouvertures ; entre ces ouvertures se placent des cloisons transverses complètes, déterminant des logettes à l'intérieur des loges méridiennes.

Mais, d'après les belles figures de Carpenter, H. Douvillé reconnaît chez une espèce actuelle, *Alv. Quoyi*, une disposition beaucoup plus compliquée, avec endosquelette très développé, et surtout *plusieurs* rangées d'ouvertures et de logettes, à la différence du « type simple », qui n'a qu'une seule rangée d'ouvertures et qui caractérise les Alvéolines proprement dites. Il crée [214] le genre *Alveolinella* pour *Alv. Quoyi* ; et, depuis, les travaux des géologues néerlandais et les siens [270, 318, 383] ont montré que les formes à plusieurs rangées d'ouvertures apparaissent en Extrême-Orient dès la base du Néogène.

Orbitolitidés.

L'espèce type du genre principal, *Orbitolites complanatus*, du calcaire grossier parisien, est bien connue avec sa coquille biconcave, imperforée sur les deux faces du disque, et présentant de nombreuses perforations en rangées verticales à la périphérie. Par contre la structure interne est compliquée.

Dans un travail fondamental [158], H. Douvillé reprend toutes les formes qui rappellent, au moins morphologiquement, *O. complanatus*, en particulier celles du Crétacé supérieur. Sans trop de souci des questions d'âge et de filiation réelle, il propose un ordonnancement allant des types les plus simples aux plus compliqués. Suivant des distinctions déjà explicites dans les travaux de Carpenter, l'ensemble peut se découper en deux familles : l'une, dite des *Orbitolites proprement dits*, a des loges annulaires, c'est-à-dire présente le type cyclostègue de d'Orbigny ; l'autre, celle des *Orbiculines*, offre une disposition spiralée, au moins dans le jeune.

Dans la première famille, deux groupes sont à considérer : celui du *type simple* de Carpenter, avec un seul plan de loges, et celui du *type complexe*, à plusieurs plans de loges.

Pour H. Douvillé, le type simple débuterait par le genre *Broekina* Mun.-Ch., du Crétacé supérieur de Provence, des Corbières et d'Aquitaine, où les loges annulaires, non subdivisées, s'ouvrent à l'extérieur, dans le plan équatorial, par une fente pé-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

riphérique plus ou moins continue. Dans *Præsorites*, genre qu'il crée pour des formes de même distribution, la subdivision des loges naît ou s'accentue ; des cloisons radiales, en dents de peigne, assises sur le bord interne des loges sans atteindre le bord extérieur, y déterminent des *logettes* qui s'ouvrent chacune extérieurement par une ou deux perforations. *Sorites*, du Tertiaire et de l'époque actuelle, a des cloisons radiales complètes ; logettes et cloisons alternent d'une loge, d'un anneau à l'autre ; les logettes d'une même loge communiquent entre elles dans leurs angles externes, et de cette communication en part une autre vers la logette alternante de l'anneau suivant. Ainsi est caractérisée la « maille » des Sorites, avec un cordon circulaire, un *stolon* suivant le terme de Carpenter, qui fait communiquer les logettes d'une même loge et celles-ci, par la troisième branche du dispositif à trois voies, avec la logette alternante de la loge suivante.

Le type complexe s'amorce morphologiquement avec *Marginopora* de l'époque actuelle. Le jeune est encore un Sorite à une, puis à deux rangées d'ouvertures. Après quoi, la coquille se subdivise en deux *demi-Sorites*, qui conservent chacun un demi-stolon. Entre ces deux plans de loges, s'en développe un troisième, équatorial, dans lequel des cloisons radiales déterminent également des logettes alternant d'un anneau à l'autre. Mais, dans le plan équatorial, les cloisons sont complètes ; il n'y a plus de stolon et les logettes d'une même loge ne communiquent plus directement entre elles, mais seulement par des perforations obliques vers les deux demi-stolons des couches superficielles. Dans *Orbitolites* enfin, toujours à trois plans de loges, les stolons ont disparu des deux couches latérales et il n'y a plus que des perforations obliques du type de celles invoquées à propos du plan équatorial de *Marginopora*.

Venant aux Orbiculines, le jeune est spiralé, d'abord embrassant, avec des loges dont la section axiale est en V, et « leurs surfaces terminales ou *filets* sont régulièrement disposés en spirale » ; mais ces filets sont « constitués par une muraille percée d'une ou plusieurs rangées d'ouvertures » ; de plus des cloisons radiales supplémentaires déterminent des logettes comme chez les Orbitolites. H. Douvillé crée le genre *Fallotia* pour des formes maestrichtiennes d'Aquitaine, atteignant jusqu'à 18 mm., qui restent embrassantes et à filets spiraux jusque dans l'adulte ; la subdivision des loges est encore celle d'un *Præsorites*. Chez *Orbiculina*, actuel, la coquille est plus aplatie et la maille peut être soit du type *Sorites* simple, soit du type complexe avec jus-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

qu'à 4 couches de logettes. Enfin *Meandropsina*, du Crétacé supérieur d'Espagne et des Charentes, déjà bien étudié par Schlumberger, correspond à des Orbiculines du type complexe ; les filets, d'abord spiraux, deviennent ensuite parfois très sinueux ; la maille reste du type *Præsorites*, ce qui les distingue des Orbiculines.

En outre de ces descriptions générales, H. Douvillé a eu l'occasion de citer *Orbitolites complanatus* en divers points du monde, dans l'Himalaya central [315], en Égypte [356, 372, 394], où l'espèce est peut-être précédée d'une forme plus petite, *O. Pharaonum*, etc.

Finalement, à propos de ses considérations sur les formes cyclostègues [349], et attribuant surtout une grosse importance aux embryons, il en arrive à se demander si toutes les formes rangées dans les Orbitolitidés sont bien parentes. Nous verrons plus loin qu'*O. complanatus* en particulier est pourvu d'un très gros embryon, analogue à la mégasphère des Miliolidés.

Orbitolines et autres formes coniques.

A propos des Orbitolines, c'est incontestablement à H. Douvillé qu'est dû le plus clair de ce qu'on sait quant à leur structure [182]. La face supérieure est convexe, conique, avec un angle relativement aigu dans les formes à macrosphère, beaucoup plus ouvert dans celles à microsphère. Cette face est imperforée, de constitution arénacée et soutenue intérieurement par un réseau alvéolaire. Dans le cône s'empilent des loges en verre de montre, convexes vers le bas ; très distinctes à la périphérie, elles le sont beaucoup moins en se rapprochant de l'axe du cône. Les loges sont elles-mêmes divisées en logettes par des cloisons radiales sinueuses, qui s'anastomosent plus ou moins vers le centre, et c'est ainsi que la structure y devient très confuse. Les logettes alternent d'une loge à l'autre et elles communiquent par des perforations obliques comme chez les *Orbitolites*. Sur la face inférieure qui est convexe, les perforations se disposent suivant des lignes radiales qui peuvent représenter les sillons verticaux de la périphérie du disque des *Orbitolites*. Au total, les Orbitolines seraient des *Orbitolites* à test sableux, dissymétriques, couchés sur le côté et devant leur allure à une vie benthique, relativement profonde, alors que les *Orbitolites*, calcaires et symétriques, vivent sur des Algues côtières. L'origine des Orbitolines du Crétacé serait à rechercher dans des formes jurassiques, également arénacées, telles que *Spirocyclina* et *Or-*

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

bitopsella [214], vue que développera un joli travail de M. Gignoux et L. Moret.

H. Douvillé s'est préoccupé également de la répartition géographique des Orbitolines et aussi de leur distribution stratigraphique. La répartition est claire ; les Orbitolines, depuis le Barrémien jusqu'au Cénomanien, constituent l'un des éléments faunistiques des plus caractéristiques de la Mésogée, au moins dans ses formations néritiques. La distribution stratigraphique l'est beaucoup moins et cela parce que, pour les petites Orbitolines en particulier, pour les formes à macrosphère, il n'a guère été obtenu jusqu'ici des délimitations spécifiques bien rigoureuses. Malgré plusieurs tentatives [135, 280], l'échelle précise reste à établir. On peut retenir cependant, au moins quant aux formes à microsphère, la croissance de taille qui va, pour le diamètre, de 3 à 8 mm. dans les niveaux inférieurs jusqu'à 57 mm. et plus dans les plus grandes variétés d'*O. concava* du Cénomanien.

Un autre Foraminifère conique, rappelant au moins d'aspect extérieur les Orbitolines [139], a été rencontré d'abord dans l'Éocène du Nord de l'Égypte ; c'est *Dictyoconus ægyptiensis* [144, 194]. Il s'agit encore d'un arénacé, dont la paroi conique, imperforée, est soutenue également par un réseau alvéolaire ; des loges annulaires sont subdivisées en logettes alternant d'un anneau à l'autre. Le centre des anneaux, beaucoup plus confus, est encombré de lamelles ou de piliers irréguliers. Sur la face inférieure, un limbe périphérique imperforé correspond à la loge annulaire ; à l'intérieur de ce limbe, de nombreuses perforations dessinent une disposition en pomme d'arrosoir, bien distincte — c'est là le caractère essentiel — des rainures radiales des Orbitolines. L'origine n'est du reste différente que pour ces dernières. H. Douvillé la recherche au voisinage des Lituonelles, dont Schlumberger a décrit *Lituonella Roberti*, du calcaire lutétien de Saint-Palais dans la Gironde, espèce retrouvée depuis [287] dans l'Éocène moyen de la Basse Loire. Chez ces Lituonelles, à l'origine du cône, il y a encore un embryon spiralé, qui se serait réduit et aurait même disparu par abréviation de développement, par tachygenèse, dans *Dictyoconus*. Les Lituonelles descendraient des Lituoles plus simples du Crétacé [405], et seraient bien voisines du genre *Coscinolina* du Liburnien, c'est-à-dire des couches de passage du Secondaire au Tertiaire et de l'Éocène inférieur de la Côte dalmate. H. Douvillé retrouve les *Coscinolina* en Égypte [370, 394]. Les mêmes genres *Coscinolina*, *Lituonella* et *Dictyoconus* abondent dans l'Éocène inférieur et moyen de l'Inde, où ils y sont repris par le Major Da-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

vies dans toute une série de travaux, dont les premiers sont cités par H. Douvillé [417] ; le Major Davies continue actuellement ses recherches et l'on y trouve de bonnes études de toutes ces formes coniques de l'Éocène. Le groupe s'étend jusqu'en Floride [426].

Dans le Lutétien de l'Inde, H. Douvillé apporte [405] des remarques sur la structure des *Dictyoconoides*, genre créé par W.L.F. Nuttall pour *Conulites Cooki* Carter. La forme en est conique toujours, mais perforée, avec loges spiralées depuis le sommet et décomposées elles-mêmes en logettes. Pour Nuttall ce serait une Assiline à développement dissymétrique ; finalement H. Douvillé [417] insiste sur l'épaisseur croissante de la couche corticale vers l'apex et se demande s'il ne faut pas plutôt songer à une origine dans les Calcaridés, où la muraille normale perforée se double d'une couche supplémentaire externe, sécrétée par un protoplasme exsudé, considération que nous retrouverons à propos des Orbitoïdés.

En somme, toutes ces formes coniques prennent un aspect convergent, par suite du même mode de vie benthique, mais elles ont des origines phylétiques très différentes.

Un type isolé est *Pseudorbitolina Marthæ* [258], décrit par H. Douvillé dans le Dordonien de Talmont près de Royan. Ce sont de petits disques, dont la face supérieure, convexe, est imperforée, toujours à structure sableuse et réticulée ; mais l'autre, la face inférieure, concave, est également imperforée, sauf suivant une ligne circulaire qui isole un limbe périphérique. Sur la coupe axiale, cette ligne correspond à un canal qui émet vers le haut d'autres canaux, une ou plusieurs fois bifurqués ; les canaux annulaires et les ramifications sont conservés à l'intérieur de la coquille jusqu'au centre du disque. Cette forme si spéciale pourrait dériver d'un Orbitolite du type simple, tel que *Cyclolina* du Cénomanien.

Foraminifères rameux.

Sous le nom de *Sagenella regularis* est décrit et figuré [318] un « organisme singulier qui se ramifie par dichotomie », fixé et rampant sur des *Cycloclypeus* de Rembang. Il rappelle des types analogues, vivant à l'époque actuelle sur des Algues calcaires en Polynésie.

Miliolidés.

Des Milioles proprement dites, H. Douvillé ne s'est occupé qu'occasionnellement [214, 405, 424], pour rappeler les études

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

classiques de Munier-Chalmas et Schlumberger, en leur ajoutant des remarques personnelles quant à l'influence que peut avoir le mode de vie tant sur la morphologie que sur la nature même de la coquille.

On sait quel « curieux pelotonnement » se manifeste dans la succession et le groupement des loges des Milioles, dont le test imperforé est d'habitude calcaire, porcelané. Ce pelotonnement serait la conséquence de la vie benthique, mais avec des modes tout différents par exemple de l'enroulement en spirale conique des Rotalidés.

Les loges sont allongées suivant un axe vertical ; elles se succèdent alternativement de bas en haut et de haut en bas suivant cet axe, et s'ouvrent alternativement à un pôle et à l'autre. Sur la section équatoriale, perpendiculaire à l'axe, elles se décalent les unes sur les autres par rotation d'un angle variable autour de l'axe : 2/5 de circonférence pour la loi quinquéloculine ; 1/3, pour la loi triloculine ; 1/2, pour la loi biloculine ; l'extension latérale des loges laisse dans les trois cas précédents 5, 3 ou seulement 2 loges visibles extérieurement. Mais il arrive que la coquille connaît successivement les trois lois précédentes. C'est le cas dans une Milliole trématophorée, *Idalina*, c'est-à-dire dans une Miliole pourvue d'un endosquelette très développé et d'une ouverture dentelée, compliquée. Chez d'autres Trématophorés, les Périloculines, la loge va même jusqu'à devenir, au moins à l'état adulte, complètement embrassante, et la section équatoriale est alors circulaire ; l'endosquelette commence à dessiner des côtes méridiennes, découpant des logettes allongées en bandes suivant la direction de l'axe. Dans les Lacazines, il s'y ajoute des côtes transversales, découpant les logettes allongées en logettes de second ordre ; l'aspect extérieur arrive ainsi à rappeler tout à fait celui des Alvéolines.

Les Lacazines sont répandues dans le Crétacé supérieur, notamment d'Aquitaine. Après Schlumberger, il en cite (*L. Wichmanni*) en Nouvelle-Guinée et il en trouve remaniées dans le Néogène de l'Ile de Grand Key [383].

H. Douvillé utilise les considérations précédentes sur la structure des Milioles, notamment sur les Lacazines, pour interpréter et décrire, sous le nom de *Lacazopsis Termieri*, les curieux organismes trouvés par Henri Termier dans des galets probablement crétacés de la vallée de l'Oum er Rbia, entre Bekrit et Khenifra, sur la bordure occidentale du Moyen Atlas [424]. Il s'agit d'une coquille de grande taille (de 22 mm. de longueur au moins, au lieu de 12 mm. pour *Lacazina elongata*). La structure est aussi

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

compliquée que celle d'une Lacazine ; mais le test, finement sableux, est doublé d'une couche interne irrégulièrement réticulée, au lieu d'être porcelané comme chez la plupart des Milioles, au moins pour celles qui ne vivent pas dans les grands fonds, où l'on sait [214] qu'on rencontre des Miliolidés arénacés. De plus l'axe de la coquille est coudé, géniculé, ce qui donne des sections axiales ou obliques très variées. Au total, il parle d'un type dégradé par gigantisme, vivant sur le fond et plus ou moins ballotté par les courants. Quelle que soit l'ingéniosité de l'interprétation, il faut remarquer que l'organisme n'est connu que par des sections. M^lle^ J. Pfender et M. R. Ciry m'ont fait remarquer qu'à regarder l'allure des loges, on peut se demander s'il ne s'agirait pas d'un Bryozoaire cheilostome.

Nummulites.

Toute sa vie, H. Douvillé a déterminé des Nummulites. Sans revenir sur les préoccupations stratigraphiques et sur les échelles, reprises et retouchées plusieurs fois comme nous l'avons dit par exemple à propos de l'Aquitaine, on insistera surtout ici sur les nouveautés, les descriptions et précisions d'espèces, ainsi que sur les enchaînements et les considérations générales qui, à chaque occasion, se dégagent de ses travaux. Tout peut se coordonner assez bien dans un ordre stratigraphique.

Tout d'abord, nous savons qu'Henri Douvillé a révoqué pour un temps [282] l'apparition des Nummulites dans le Crétacé ; mais ensuite [351], il a admis l'existence de petites formes, encore peu distinctes des genres voisins, dans le Maestrichtien du Désert libyque, de Tripolitaine, du Cap Passaro, en Sicile, remarques qui se sont étendues finalement à l'Aquitaine même avec la jolie découverte de L. Mengaud et G. Astre à Cézan-Lavardens dans le Gers.

A propos de l'Éocène inférieur, son apport a été capital, lorsqu'il eut reconnu l'importance des Nummulites dès la base, tant dans la série de Gan en Béarn que dans les sondages bordelais, avec aussi un regard jeté sur l'Yprésien et le Lutétien des Corbières. Un mémoire [346] et une note complémentaire [387] décrivent toutes ces formes initiales. La faune paraît être assez homogène à travers trois niveaux successifs rapprochés du Thanétien, du Sparnacien et de l'Yprésien, le Lutétien, par contre, semblant s'individualiser déjà avec un Lutétien inférieur, puis avec le Lutétien supérieur par lequel débute la série de Biarritz, qui fait suite à la série de Gan.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Succédant peut-être à *N. deserti*, du Maestrichtien lybique, sont à considérer d'abord des radiées, lenticulaires, de petite taille (moins de 1 cm. de diamètre), dont l'espèce centrale est *N. globulus* Leym. forme B à microsphère, la forme A, pourvue d'un mamelon apical, pouvant être *N. mamilla* Fichtel et Moll. A la base de la coupe de Biron en Béarn, dans le Thanétien (?), une sorte de plankton montre en abondance une autre forme A, encore plus petite, dénommée *N. mamillinus*. Ces petites formes ont de la durée et, dans le Lutétien inférieur de Crimée, elles seraient représentées par un couple analogue à *N. globulus-mamilla*, s'il en est vraiment distinct, celui de *N. rotularius-Guettardi*, où la forme A, *N. Guettardi*, aurait perdu le mamelon apical.

La taille croissant nettement et atteignant 15 mm. dans des formes lenticulaires épaisses, à filets tourbillonnants et même méandriformes, on a la belle espèce de Leymerie des Corbières et de la Montagne Noire, *N. atacicus*, dont la distribution est très large, quasi mondiale dans l'Éocène inférieur et le Lutétien. H. Douvillé dénomme *N. subatacicus* sa forme A.

A côté des radiées précédentes, tourbillonnantes et parfois méandriformes, d'autres lenticulaires montrent des granules. Comme « *globulus* granuleux », H. Douvillé admet *N. Lucasi* d'Arch. *emend.* Boussac, formes A et B de petite taille, où les granules nombreux se disposent en spirale sur les filets et à partir du sommet. C'est là l'espèce de Bos d'Arros, confondue avec *N. aturicus* (= *N. perforatus*), mais plus petite, plus basse comme niveau et de caractères différents dans l'Éocène inférieur, en somme dans la série de Gan. Dans l'Yprésien de la tuilerie de Gan, des granuleuses plus petites encore, proches de l'origine initiale, correspondent au couple *N. parvus-parvulus*, à granules irrégulièrement répartis dans la région apicale, et aussi à *N. prelucasi*, très voisine de *parvulus* [430], mais qui, en plus d'un mamelon apical, n'a qu'une rangée périphérique de granules, régulièrement disposés sur les filets.

Déjà un peu plus grande, *N. pustulosus*, forme A et B, offre au centre des granules très développés et même de véritables lames saillantes, irrégulières, plus ou moins rayonnantes à partir du sommet. *N. granifer* réalise la suite de *N. Lucasi*, avec des granules non seulement sur les filets tourbillonnants, mais aussi entre les filets ; c'est en somme une *N. atacicus* à granules.

A partir de 1920, H. Douvillé [350, 430], attache une grande importance à *N. uroniensis*, qui est une forme encore plus grande, à granules plus persistants à la fois sur et entre les filets. Décrite

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

en Suisse, dans le canton d'Uri, par de la Harpe, sous le nom initial d'*uraniensis*, changé on ne sait trop pourquoi en *uroniensis* par Arnold Heim qui a eu du moins le mérite d'en préciser ou d'en affirmer les caractères, l'espèce se retrouve en Aquitaine et y serait une forme caractéristique du Lutétien inférieur, de même que sur le versant sud des Pyrénées [375], et aussi en Égyte [370]. Une variété grande et plus mince à Saint-Barthélémy, au Nord du Bas-Adour, est bien difficile à distinguer [350] de *N. Brongniarti*, qui monte du Lutétien inférieur jusque dans le Bartonien.

Toujours avec une taille croissante, dans des lenticulaires épaisses, à granules maintenant surtout répartis entre les filets, on atteint la belle espèce des couches à grandes Nummulites du Lutétien supérieur, appelée d'habitude *N. perforatus* Montfort, mais à laquelle il faut réserver, pour les formes B et A, les noms de *N. aturicus* Joly et Leym. et de *N. Rouaulti* d'Arch. [333].

Dans une autre série, la coquille est plus plate, les filets sont plus tremblés. Le départ, de taille moyenne, est fourni par le couple bien connu des sables inférieurs, yprésiens ou cuisiens, du Bassin parisien : *N. planulatus* Lmk. — *N. elegans* J. de C. Sow. (= *subelegans* Douv.). Forme essentiellement côtière et néritique dans le Bassin parisien, elle se rencontre également en Aquitaine ; elle y est plus rare et plus épaisse, avec la variété *incrassata* de la Harpe. Comme granuleuse plate, il faut aussi considérer le couple *N. aquitanicus-girondicus* Benoist, qui sont des « *planulatus* granuleux », les granules apparaissant d'abord au centre, en même temps que, vers ce centre d'abord, les filets frangés commencent à s'anastomoser et à donner la disposition réticulée. La taille croissant, le type réticulé, plus ou moins vigoureusement granuleux, s'accentue dans la belle espèce du Lutétien parisien *N. lævigatus* Brug. — *N. Lamarcki* d'Arch. et H. et sa variété tuberculée *N. scaber* Lmk. De ces *N. lævigatus*, H. Douvillé a eu l'occasion d'étudier de nombreux échantillons provenant soit de Saint-Barthélémy sur le Bas-Adour, soit encore de Soh en Perse [156].

Dernier ensemble enfin, débutant dans l'Éocène inférieur, celui des formes les plus plates, à spire lâche au début, à cloison très oblique dans le plan équatorial, avec une paroi mince qui s'aplatit et laisse voir de l'extérieur la corde marginale ; elles rappellent ainsi les Operculines et aussi, dans le Maestrichtien, *N. Fraasi*. Dès la base de l'Éocène, c'est le cas de *N. Murchisoni* Rüt. ; *N. Heeri* en serait la forme A [358]. Puis dans l'Yprésien d'Aquitaine et dans le Lutétien inférieur de Crimée et

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

autres régions de l'Europe orientale [232], on trouve les belles espèces : *N. irregularis*, *N. distans* (dont *Tchihatcheffi* serait la forme A), *N. polygyratus*. Toutes ces formes plates sont parfois granuleuses et mènent aux autres belles Nummulites : *N. gizehensis* Forksal et surtout *N. complanatus* Lmk. (= *millecaput* Boubée), celle-ci étant la géante de tout le groupe et pouvant atteindre 12 cm. à l'île de Crète [204].

L'esquisse précédente appelle quelques remarques générales.

Tout d'abord, explicitement ou non, H. Douvillé suggère à maintes reprises que bien des formes sont étroitement apparentées. En particulier, la distinction des granuleuses et des non granuleuses est souvent assez fugace ; on a souligné plus haut les expressions : « *globulus* granuleuse » pour *Lucasi*, « *atacius* granuleuse » pour *granifer*, etc. Le fait est surtout sensible dans le grand centre aux échantillons innombrables, correspondant probablement à des conditions de vie *optima*, qu'a réalisé la Mésogée, notamment dans le Sud de l'Aquitaine pour l'Eocène inférieur.

Avec tous ces passages, peut-être maintenus, peut-être renouvelés, l'évolution de chaque grand faisceau, si on l'envisage d'ensemble, se traduirait [343] d'abord par de la croissance de taille. Cette croissance de taille peut aboutir à une extinction après gigantisme : tel serait le cas dans le rameau qui se termine par *N. complanatus*. Pour d'autres rameaux, après l'apogée dans les couches à grandes Nummulites du Lutétien supérieur, « la sève s'épuise ; le rameau décline et dépérit peu à peu avant de s'éteindre ». C'est le cas général, même dans la Mésogée, pour l'Éocène supérieur et l'Oligocène, où des Nummulites moyennes et même petites succèdent aux grandes, au moins à celles qui n'ont pas atteint une taille exceptionnelle, et qui peuvent ainsi conserver une descendance.

A côté de cette évolution dans la Mésogée, dans ce qu'on appelle plus communément les « faciès nummulitiques », H. Douvillé attire l'attention sur les « colonies » qui sont parties de cette Mésogée. Le cas le plus parlant correspond à la migration plusieurs fois répétée vers le Bassin de Paris et les régions voisines. Le cheminement, de même trajet que celui qu'on peut invoquer aussi pour les formes mésogéennes du Secondaire — Rudistes et Orbitoïdes — se serait effectué par l'Atlantique et la trouée de la Manche occidentale [174]. Le parcours se jalonne par exemple avec les blocs que rejette l'Océan sur la côte de Gâvres aux environs de Lorient [390] ; on y récolte des formes yprésiennes avec *N. globulus*, *planulatus* A et B, *Murchisoni*,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

etc. et d'autres, d'un niveau plus élevé, *N. Brongniarti*. Si l'on s'éloigne davantage, H. Douvillé fait remarquer [391] qu'il y a deux sortes de colonies. Dans les unes, les espèces conservent leurs caractères normaux ; telles *N. planulatus-elegans* de l'Yprésien parisien ; telles *N. lævigatus-Lamarcki* du Lutétien, la variété *scaber* allant jusqu'à Brême [253]. Dans les autres colonies, les « essaims » sont *dégénérés*. C'est le cas dans le Bartonien pour *N. variolarius-Heberti* et *N. Orbignyi-wemmelensis*, considérées comme des races dégénérées de *N. striatus-contortus*, la dernière se rencontrant jusqu'en Hollande [249] avec des *N. Lamarcki* roulées. Un autre essaim dégénéré correspondrait à un niveau plus élevé, à la Nummulite minuscule, *N. Bezanconi*, signalée dans les sables de Fontainebleau.

Dans le Bassin d'Aquitaine même, mais vers le fond du golfe éocène, à Couiza dans les Corbières, c'est également à une race dégénérée, à savoir de *globulus-Guettardi*, que H. Douvillé attribue l'espèce qu'il avait décrite antérieurement [346] sous le nom *N. exilis-N. subexilis* ; la forme est plate ; les filets falciformes ne se prolongent pas jusqu'au centre et l'allure générale rappelle ainsi les Assilines.

H. Douvillé s'est occupé aussi de Nummulites exotiques, provenant de régions plus lointaines que celles examinées jusqu'ici.

Celles rencontrées au Sénégal, ont été d'abord déterminées, *N. gizehensis* par Vasseur ; mais H. Douvillé fait remarquer qu'il s'agit d'une non-granuleuse et il la rapproche de *N. atacicus* [317] ; finalement [358], il la décrit sous le nom de *N. Vasseuri — subvasseuri* et indique qu'elle se rencontre avec *N. Heeri*.

En Égypte, les récoltes de Barthoux près de Suez [352, 356 et 370] et celles de Sadek entre le G. Ataka et le G. Galala [372, 394] lui permettent de reconnaître une succession de niveaux qui, depuis l'Éocène inférieur jusqu'au Bartonien, rappelle celle d'Aquitaine. Plus loin encore, dans le Ranikot, c'est-à-dire dans l'Éocène inférieur de l'Inde, il reprend [417] une petite forme voisine de *N. planulatus*, *N. Nuttali* Davies, intéressante en ce que la surface du cordon marginal montre un réseau polygonal alvéolaire, inconnu ailleurs et se reliant aux franges des filets, par contre si fréquentes dans beaucoup de radiées. Au Pérou, *H. Lissoni* [371] est une forme A, voisine de *subplanulatus*, mais plus petite et à granules réguliers sur les filets, comme dans une Operculine.

Pour compléter ce qui précède, il y a lieu d'ajouter la détermination d'envois, souvent importants, qui, après la guerre, sont parvenus à H. Douvillé d'Extrême-Orient, et pour une beaucoup

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

moindre part de l'Amérique centrale. Dans ces envois, ce sont surtout les Orbitoïdés qui dominent. Néammoins, quant à l'âge des formations, la considération des Nummulites fournit parfois un appoint intéressant.

En Extrême-Orient, sur l'Éocène inférieur, les documents reçus ne montrent que *N. Guettardi*, accompagné d'*Alveolina oblonga* à l'île d'Halmaheira [383]. Ils sont déjà plus importants pour l'Éocène moyen. A l'île de Nias [275], le niveau qui correspond aux brèches de Sumatra, ou encore au niveau à *Orthophragmina javana* de l'Inde, fournit *N. kelatensis* CARTER, à rapprocher de *N. atacicus*; pour *N. javanus* VERBEEK, qu'on y rencontre également, certaines variétés rappellent *N. lævigatus* et d'autres, *N. gizehensis*; c'est là du Lutétien moyen. A un niveau un peu plus élevé, lutétien supérieur ou même déjà bartonien, *N. kelatensis* est remplacée par *N. pengaronensis*, radiée plus récente que *N. atacicus*, à filets droits ou peu courbés, voisine de *N. contortus*. A cette Nummulite se joignent de petites formes, déterminées *N. Niasi* VERBEEK *pars*, que H. Douvillé avait déjà reprises sous le nom de *N. Niasi — subniasi* H. D. dans le Stampien des Philippines [270] et qui avaient été décrites comme *N. variolarius* par Brady. Venant à Java, *N. pengaronensis* VERBEEK (= *nangulani* VERBEEK) s'y rencontre dans les « couches de Nangoulan », où l'on trouve aussi *N. Vredenburgi* PREVER, dont la compagne mégasphérique serait *N. djokdjokartæ* MARTIN. Cette espèce rappelle *N. Brongniarti*; et ainsi le niveau de Nangoulan pourrait, aussi bien que ses équivalents, se loger à la base de l'Éocène supérieur. Montant plus haut encore, il faut rapporter à l'Oligocène inférieur le groupe C de Bornéo [195], avec une réticulée, *N. subbrongniarti* VERBEEK (= *N. sublævigata* D'ARCH. de la base du Nari dans l'Inde), qui serait du groupe de *N. intermedius* et se trouve associée à une forme A, peu distincte de *N. Fichteli*. Ces formes montent dans le groupe suivant, le groupe D Bornéo, et aussi dans les « couches lignitifères » des Philippines [230, 270]; mais là, dans le Stampien, de grandes Lépidocyclines accompagnent les Nummulites précédentes, et il s'y s'ajoute, au moins à Bornéo, une forme voisine de *N. vascus*.

Toutes ces remarques, évidemment fragmentaires et sujettes à révision, ont l'intérêt de rapprocher les espèces, variétés ou mieux encore races de l'Extrême-Orient des formes classiques d'Europe et de suggérer l'existence dans ces pays d'une échelle bien voisine de la nôtre.

C'est dans le même esprit que H. Douvillé a cité et comparé, dans les régions centrales de l'Amérique, quelques Nummulites

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

que nous retrouverons avec les Orbitoïdés, insistant par exemple sur leur présence dans le Tongrien, qui, en Amérique, renferme déjà des Lépidocyclines.

Operculines, Assilines et Hétérostégines.

A diverses reprises, il a indiqué que les petites Nummulites rappellent à l'origine les Operculines et aussi les Assilines.

Pour les Operculines, H. Douvillé dit en effet [195] que, très jeunes, elles ont des tours enveloppants, nummulitiformes ; ensuite ceux-ci n'atteignant plus les pôles, le stade est assiliniforme ; mais celui-ci est vite dépassé ; la spire devient beaucoup plus évolute ; la coquille a moins de tours et les cloisons sont fortement arquées en arrière. L'individualité des Operculines est très nette pour le type du genre, *O. complanata* du Miocène, dont il étudie des formes représentatives aux Philippines [270] ; elle est par contre moins tranchée pour beaucoup de formes relativement petites de l'Éocène, où la spire est beaucoup plus serrée.

Quoi qu'il en soit, les Operculines apparaissent dans le Crétacé supérieur, à coup sûr dans le Montien des régions pyrénéennes avec *O. Heberti*. Pour l'ensemble du genre, on peut y distinguer deux groupes. Dans le premier un cordon marginal externe est notablement plus épais que le reste de la coquille ; c'est déjà le cas pour la précédente mais surtout pour *O. canalifera*, belle espèce de d'Archiac atteignant 12 mm., que H. Douvillé reprend dans son travail sur l'Himalaya central [315], et qu'il retrouve dans l'Éocène inférieur du Sénégal et du Soudan [358], de Royan [287], de Gâvres [390], etc. Quoique dans ce premier groupe, certaines variétés de l'espèce précédente aient déjà des filets tuberculés [188], les granules s'accentuent surtout dans le second, où le cordon marginal est beaucoup plus mince. Ces « fortement granuleuses » comprennent l'espèce type *O. complanata* et toutes celles qui, depuis le Miocène, jusqu'à l'époque actuelle, peuvent s'en rapprocher. Mais auparavant, il y en a bien d'autres. En outre d'*O. ammonea* et de sa variété *granulosa*, si fréquentes dans les « couches à Operculines » de l'Éocène inférieur ou moyen du Languedoc, il décrit, plus bas, dans le plankton thanétien des argiles de base à Biron, une espèce minuscule, *O. parva* [430]. Dans l'Éocène inférieur de l'Inde, il reprend [315] *O. Hardei* D'ARCH. et HAIME. Dans le Priabonien de Thônes [316], une petite forme, *O. alpina*, rappelle *Op. ammonea* ; mais la spire est plus lâche ; les cloisons

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

sont presque droites et infléchies brusquement seulement en abordant le contour externe.

Les Assilines dérivent pour lui [188, 195] des Operculines. La loge non embrassante ne dépasse pas le cordon spiral du tour précédent ; mais la lame s'étend jusqu'au pôle de la coquille et serait sécrétée par les pseudopodes aussi bien des tours précédents que du dernier tour [346].

Un premier couple est celui d'*A. granulosa-A. Leymeriei*, si abondant dans tout l'Éocène inférieur d'Aquitaine [346] ; dans ces petites formes granuleuses, les granules se disposent en spirale ; on n'est pas très loin de *N. Lucasi*. A l'île de Nias, au Sud de Sumatra [275], *A. granulosa* monte dans le Lutétien et y est accompagné d'une petite lenticulaire, *A. orientalis*, très renflée, nummulitiforme, les loges restant cependant restreintes à la région équatoriale. En Suisse [376], il y aurait déjà coexistence dans le Lutétien inférieur du couple *A. granulosa-Leymeriei* avec le couple *A. exponens-mamillata*, et le minerai de fer de Bavière manifesterait aussi le passage l'un à l'autre des deux couples précédents. Mais le couple *A. exponens-mamillata* se développe surtout dans le Lutétien moyen. Il s'agit toujours de granuleuses, mais plus plates et surtout beaucoup plus grandes.

A côté des granuleuses, le couple *A. spira* de Roissy-*A. subspira* H. D. est caractérisé par la saillie de son bourrelet marginal [430]. Il se rencontre dans le Lutétien de Saint-Barthélémy avec *N. lævigatus* ; on le trouve aussi dans les Corbières. Il s'accompagne d'une jolie forme *A. præspira* H. D. [188], de 20 mm. de diamètre, où le cordon marginal est extrêmement robuste, plus robuste que dans *A. spira*, avec une spire moins serrée et des cloisons plus droites. On retrouve ainsi, sinon le passage aux Operculines, tout au moins l'analogie, la parenté des deux genres.

Les Hétérostégines décrivent probablement des Operculines, mais dans un sens différent de celui des Assilines. La spire est ici plus élargie, entraînant une subdivision des loges en logettes rectangulaires par des cloisons secondaires [214]. A ce petit groupe des Hétérostégines, une intéressante digression est consacrée à propos des Foraminifères de Bornéo [195]. H. Douvillé y note qu'à Biarritz comme à Abbesse dans les Landes, certaines Operculines du groupe d'*O. complanata* présentent déjà des amorces de cloisons transversales sur la partie convexe des cloisons principales. Les plus anciennes Hétérostégines sont de l'Éo-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

cène moyen, avec *H. reticulata*, de Bornéo, espèce également abondante dans le Sannoisien, où elle atteint 7 à 8 mm. de diamètre. Dans l'Aquitanien, les Hétérostégines constituent un élément important de la faune, avec *H. marginata* SCHLUMB. et autres. Il a l'occasion d'en citer dans le Miocène, non seulement de Bornéo, mais des Philippines [270], etc. On sait qu'elles durent jusqu'à l'époque actuelle.

Dès l'Aquitanien inférieur en dérive le genre *Cycloclypeus* MARTIN, qui se distingue en ce que, si le jeune est spiralé, l'adulte a par contre des loges annulaires; c'est un adulte cyclostègue, suivant l'expression de d'Orbigny. Le genre *Cycloclypeus* joue un grand rôle dans l'Aquitanien de toute l'Insulinde, depuis les Philippines et la Nouvelle-Guinée, jusqu'à Java. Robert Douvillé l'a étendu à Madagascar [318]. L'espèce type est *Cycloclypeus communis* MARTIN, qui s'accompagne dans les couches de Rembang [318] d'une autre espèce, *Cycl. annulatus* MARTIN, moins tuberculée, et ornée sur les faces du disque d'ondes concentriques.

Dans la même famille, H. Douvillé crée à Bornéo [195] le genre *Spiroclypeus*, qui y apparaît dans l'Aquitanien supérieur, un peu plus tardivement que le précédent. C'est le type nummulitiforme des Hétérostégines ; les tours restent embrassants jusque dans l'adulte ; en outre les loges successives se fusionnent dans la région des pôles et y donnent un réseau de logettes polygonales comme chez les Nummulites réticulées ou comme chez les grandes Lépidocyclines. C'est au point qu'à l'extérieur et même dans une section axiale, on pourrait se méprendre et mal distinguer les *Spiroclypeus* des grandes Lépydocyclines ; mais la section équatoriale lève les doutes avec sa disposition spirale. Le type est une espèce nouvelle, *S. orbitoideus*. Il en rapproche *S. pleurocentralis* CARTER du Sud-Est de l'Arabie, forme qu'il reconnaît aussi à Bornéo et également à Madagascar. La distribution géographique des *Spiroclypeus* à la base du Miocène est plus étendue encore, puisqu'il en retrouve jusqu'en Amérique, à l'Ile de la Trinité [327]. Plus curieuse est l'attribution au même genre d'une espèce nouvelle, plus ancienne, priabonienne, *Spiroclypeus pustulosus*, à Thônes, Haute-Savoie, à Priabona et au Cachaou près de Biarritz [316].

Rotalidés. Amphistégines.

Ces Foraminifères, remarquables « par la grandeur et le développement de leurs pores », ne sont qu'exceptionnellement mentionnés par H. Douvillé, tenté, dit-il [214], de comprendre les

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Globigérines dans leur famille, à l'exemple de Reuss. Il en rapproche aussi le genre *Siderolites*, dont il sera question à propos des Orbitoïdés.

Sur les Rotalidés proprement dits, il souscrit à l'idée de Carpenter, en signalant aux Philippines [270], dans le Stampien, la parenté des deux genres *Rotalia* et *Polystomella* qui y sont représentés par de petites formes : *R. subschröteriana* et *P.* cf. *craticulata*.

Également aux Philippines, dans le même Stampien mais aussi dans le Néogène inférieur, on trouve des Amphistégines : *A. niasi* H. D. (= *Nummulites niasi* I VERBEEK, *non N. niasi* II du même auteur, qui est bien une Nummulite dont il a été question précédemment). Des Amphistégines plus précoces seraient présentes dans l'Éocène supérieur de Californie [307], où « quelques rares Foraminifères de petite taille paraissent pouvoir être rapprochés d'*A. niasi* ».

Orbitoïdés.

Tant que Ch. Schlumberger, Robert Douvillé et Paul Lemoine se sont occupés des Orbitoïdés, H. Douvillé s'est borné soit à rechercher leur distribution stratigraphique [128, 137, 186], soit à souligner l'intérêt des travaux de Schlumberger [146, 159, 171, 175]. Mais à partir de 1905, il assure toute la besogne paléontologique et finalement il en vient à tout reprendre.

La coquille des Orbitoïdés est très particulière : une couche de grandes logettes équatoriales est accompagnée de chaque côté par des couches parallèles de logettes latérales plus petites ; le tout est traversé de piliers formés par du tissu compact, fibreux ; ces piliers sont perpendiculaires au plan équatorial ; pointus vers ce plan, ils s'élargissent au contraire vers les faces du disque et se traduisent extérieurement par des granules ou des pustules plus ou moins développés.

Origine.

H. Douvillé soulève une première question : quelle est l'origine des Orbitoïdés ?

La Craie de Maestricht fournit, à côté de formes étoilées pourvues de grosses pointes divergentes, telles que *Siderolites calcitrapoides* et *Siderolina lævigata*, un type plus rare, de même disposition interne, mais subcirculaire, à denticulations nombreuses et très peu saillantes ; H. Douvillé [214] en fait une première espèce, *Siderolites denticulatus*. Une autre espèce, *Sidero-*

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

lites Vidali, de Pobla de Ségur en Catalogne, est voisine. Plus tard [315], il rapproche des types précédents *Nummulites miscella* d'Arch. et Haime des couches à Operculines de l'Himalaya central ; puis le Major Davies [417] montre que de tels *Siderolites* sont abondants dans le Ranikot, c'est-à-dire dans l'Éocène inférieur du Sind et de Pishawer. Entre temps, en 1926, Abrard avait proposé le genre *Siderina*, qu'adopte finalement H. Douvillé pour ces Foraminifères à enroulement spiral, nummulitiforme, mais où la lame externe, d'abord mince et poreuse, avec des pores toutefois beaucoup moins fins que dans les Nummulites, se double et se renforce progressivement d'une couche externe et granuleuse. *Siderina* est ainsi à rapprocher des Calcarines, et, si l'on veut, des Rotalidés, où cependant l'enroulement est conique, mais où l'on a bien une couche supplémentaire sécrétée extérieurement par les pseudopodes qu'émet périphériquement le protoplasma.

La disposition va s'exagérer dans *Arnaudiella Grossouvrei*, forme du Campanien terminal d'Arnaud dans les Charentes, à *Bostrychoceras polyplocum*, que nous plaçons aujourd'hui à la base du Maestrichtien.

Ces *Arnaudiella* [214] sont des lentilles de 5 à 7 mm. de diamètre, fortement granuleuses, nummulitiformes comme *Siderina* ; elles en diffèrent par la lame spirale qui montre un empilement de chambres ou vacuoles plates et arrondies, traversées par des piliers. On a déjà ainsi une disposition d'Orbitoïdes, encore spirale toutefois ; mais on sait que l'enroulement spiral est initial, primitif et qu'il lui succède souvent un type annulaire, cyclostègue. En outre, H. Douvillé ajoute que, dans *Linderina* Schlumberger 1893, à vrai dire de l'Éocène supérieur de Bruges (Gironde), c'est-à-dire bien postérieur aux niveaux qui nous occupent, les cloisons montrent dans le plan équatorial des plis contrariés, simulant une disposition en logettes qui rappelle déjà les logettes losangiques des Orbitoïdes.

H. Douvillé retrouve *Arnaudiella Grossouvrei* avec *Orbitoides Tissoti*, à Redeyeff en Tunisie, à un niveau qui ne doit guère différer de la base du Maestrichtien, comme nous l'avons dit. Au point de vue paléontologique, à ce qui précède, il ajoute [337] le renseignement important qu'*A. Grossouvrei* est une forme A, avec nucléoconque biloculaire, renseignement que nous retrouverons à propos de la nature uni ou pluricellulaire des Foraminifères.

En définitive, c'est dans *Siderina*, puis dans *Arnaudiella*, qu'il situe — il le dira souvent — l'origine des Orbitoïdés du Crétacé.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Omphalocyclus.

Avant d'aborder ceux-ci, il faut mettre à part le genre *Omphalocyclus* créé par Bronn pour l'*Orbitolites macropora* Lmk. de Maestricht, retrouvé au même niveau dans bien d'autres localités : Petites Pyrénées, Olttal en Roumanie, Kotanis en Asie Mineure, couches à Cérithes du Louristan, Inde, Tibet, etc. [187, 315, 359, etc.]. Malgré la forme extérieure, en disque biconcave, H. Douvillé fait remarquer [214] qu'il ne peut s'agir d'un *Orbitolites*, où les deux faces du disque sont imperforées, alors que dans *Omphalocyclus* elles portent sur toute leur étendue des pores bien marqués. Il en fait un rameau spécial à rapprocher des Orbitoïdes, mais qui ne présente pas de couches latérales véritables au moins dès le centre, rameau qui a pu se détacher directement de *Siderina* sans passer par *Arnaudiella*. L'embryon, figuré par Silvestri, est quadriloculaire [349], comme celui d'*Orb. Tissoti* [315, 359]. Autour s'organise une disposition cyclostègue d'*Orbitolites* du type complexe, avec une couche médiane encombrée d'un endosquelette parfois compliqué et deux couches latérales. Une excellente figuration est donnée [359] de la seule espèce du genre, *O. macropora*, car *Omph. disculus* du Maestrichtien pyrénéen n'en est tout au plus qu'une race.

Orbitoïdes.

Venant aux Orbitoïdés du Crétacé, on sait qu'on leur réserve le nom d'*Orbitoides*, s. str. En 1920, H. Douvillé a consacré à ceux de l'Ancien monde une excellente révision [359 *bis*], complétée ultérieurement par des remarques sur des formes américaines.

On connaît surtout les formes A, et, dans l'Ancien monde, deux groupes sont à considérer ; chez l'un, la partie frontale des logettes est compacte suivant le plan équatorial et n'y comporte qu'un petit nombre d'ouvertures latérales ; l'autre n'a pas ces ouvertures, mais des pores plus fins envahissent toute la surface des logettes.

Le premier groupe comprend d'une part un faisceau principal, dont H. Douvillé [310] a fait son sous-genre *Orbitella*, et d'autre part une espèce géante assez particulière, *O. gensacicus* Leym., pour laquelle de Gregorio a proposé le sous-genre *Simplorbites*.

Chez les *Orbitella*, les logettes équatoriales sont limitées par des arcs de cercle et ont une forme losangique aplatie suivant le rayon ; les piliers naissent aux angles des logettes mais s'al-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

longent dans leurs intervalles pour donner à la surface une étoile de bourrelets vermiformes, rayonnants à partir de l'apex. H. Douvillé les fait débuter avec *O. Tissoti* SCHLUMB. de Redeyeff en Tunisie, petite forme de 5 mm., dont l'embryon quadricellulaire lui rappelle les subdivisions initiales de l'Algue *Fegatella*. Dans l'Inde [315] *O. Vredenburgi* H. D. (= *O. apiculata* VREDENB. *non* SCHLUMB.) serait une race plus petite d'*O. Tissoti*, mais l'embryon est inconnu. *O. media* d'ARCH. est la forme, déjà plus grande, du Dordonien de Royan ; l'embryon est toujours quadricellulaire ; une race plus petite en existe dans l'Inde. *O. apiculata* SCHL. débute avec la précédente, mais est surtout développée au-dessus, dans les couches à *Omphalocyclus* des Petites Pyrénées, de Gavarnie et de Maestricht. La forme est aplatie ; la taille atteint 10 mm. ; l'embryon a évolué ; 3 des cellules initiales se fusionnent et l'on aboutit à un embryon bicellulaire, *réniforme*, dans lequel une *loge en haricot* enveloppe une loge sphérique. *O. tenuistriata* VRED. de l'Inde a la même taille ; l'embryon, peut-être tricellulaire, est mal connu.

Simplorbites gensacicus rappelle *O. apiculata* par l'ornementation extérieure, mais la taille est gigantesque (50 mm.), et l'embryon, également très gros (2 mm.), est bien singulier. Celui-ci comporte de nombreuses logettes plus ou moins régulières et fait songer à un fragment d'*Orbitoides* ou encore d'*Omphalocyclus* enkysté, autour duquel se développerait la coquille adulte. Ainsi on pourrait songer à une régénération ou à « une maladie » si ces *Simplorbites* ne se rencontraient avec une aussi large distribution, toujours au niveau d'*Omph. macropora*, dans les Petites Pyrénées, au Cap Passaro, dans l'Olttal, au G. Geneffé près de Suez, etc.

Le deuxième groupe comprend un sous-genre principal : *Lepidorbitoides* SILVESTRI, de forme discoïde et *Clypeorbis* DOUV., dissymétrique, à gros bouton supérieur central, assez spécial, le second sous-genre dérivant peut-être du premier.

Chez *Lepidorbitoides*, l'embryon est encore du type *réniforme*, mais les logettes équatoriales s'allongent suivant le rayon et deviennent hexagonales ou spatuliformes ; dans l'ornementation de surface, les granules restent isolés et ne sont jamais vermiformes comme chez *Orbitella*. L'espèce principale est *Lep. socialis* LEYM., (10 à 12 mm.) du Maestrichtien gris de Boussens et du calcaire nankin sus-jacent dans les Petites Pyrénées ; elle a de nombreuses variétés : *regularis* à granules sur toute la surface, *calva*, chauve de granules au centre, *intermedia* à peu de granules au centre. L'espèce se rencontre aussi à Gavarnie et

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

dans le Nord de l'Inde. *Lep. minor* Schlumb., de Maestricht, n'en serait qu'une race plus petite, rencontrée aussi à Madagascar et dans le Nord de l'Inde. Dans le Nord de l'Inde, au niveau des couches successives à Operculines et à Spondyles, H. Douvillé décrit *L. tibetica* et *L. polygonalis* ; l'embryon y est inconnu ; la taille est grande (17 mm.) ; le caractère le plus intéressant, au moins dans la seconde, est de fournir des logettes équatoriales plus allongées, moins convexes en avant, pouvant indiquer le passage à la forme rectangulaire qui se rencontrera dans les Orthophragmines.

Dans *Clypeorbis*, une seule espèce est mentionnée : *Cl. mamillata* du Maestrichtien des Petites Pyrénées. Cette petite forme (5 mm.), « énigmatique », pourrait provenir de *L. socialis* à la suite d'une vie à plat sur le fond. Le gros bouton supérieur abrite une sorte de noyau avec une loge sphérique en dessous de laquelle se disposent 3 ou 4 loges en disposition spirale ; et, de là, les logettes hexagonales, aplaties suivant le rayon, se disposent en rangées rayonnantes bifurquées. C'est là une sorte d'ébauche de ce qui sera beaucoup mieux réalisé avec les Orthophragmines étoilées de l'Éocène.

Dans la Mésogée américaine, les *Orbitoides* qu'a pu examiner H. Douvillé sont de très petite taille. Il reprend d'abord [379], dans les couches maestrichtiennes à *Barrettia* de la Jamaïque, de petites formes B (5 mm.), à première phase spiralée, qui sont bien des Orbitoïdés, mais dont la couche médiane se subdivise en plusieurs assises comme chez *Omphalocyclus* et il propose pour elles le genre *Pseudorbitoides*, avec l'espèce *Ps. Trechmanni*. Du Mexique [381, 414], il a eu communication de très petits *Lepidorbitoides* (3 mm. 5) dont il fait l'espèce *minima*. Quelque chose d'analogue a été rencontré, avec un *Lep. socialis* race *americana*, dans le Maestrichtien d'un sondage profond en Floride [426].

Orthophragmina.

Aux *Orbitoides* du Crétacé supérieur succèdent les *Orthophragmina* de l'Éocène, ainsi que les a désignés Munier-Chalmas en 1891. On a encore affaire surtout à des formes A ; l'embryon y est réniforme, c'est-à-dire comporte une première loge sphérique, qu'enveloppe aux trois-quarts une deuxième loge en haricot. Il ne s'agirait plus de la division caryocinétique indiquée à l'origine des *Orbitella* ; la première loge sphérique donne par accroissement direct la deuxième loge réniforme, ou en haricot, ou

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

encore dite en croissant ; après quoi l'embryon s'enkyste. Le développement ultérieur, autour de cet embryon, est cyclostègue [349]. La couche médiane, mince au centre, un peu plus large sur les bords, s'y subdivise parfois ; mais cette disposition, dont Gümbel avait cru pouvoir tirer le genre *Rhipidocyclina*, paraît peu constante à H. Douvillé. Le principal caractère réside dans la section rectangulaire des logettes équatoriales.

Quant à l'origine, il fait naître les Orthophragmines dans les Orbitoïdes du Crétacé, à savoir dans les *Lepidorbitoides* ou dans les *Orbitella* [349]. La cause de la différenciation serait un abaissement de température au Danien, il vaudrait mieux dire au Montien, premier étage du Tertiaire, où apparaissent vraiment les Orthophragmines. Pour le noter en passant, c'est sur le compte de ce refroidissement momentané, du reste bien hypothétique, que H. Douvillé met le grand changement des faunes au passage du Secondaire au Tertiaire, avec la disparition des Rudistes, des Ammonites et des grands Reptiles. Dans le cas particulier, pour les Orbitoïdés, le refroidissement aurait modifié les propriétés du protoplasma, devenu moins vigoureux, ayant une densité et une pression osmotique moindres. Ainsi, les bourgeons protoplasmiques, sortant de logettes équatoriales disposées un peu comme celles des *Orbitella* mais plus petites (2 à 5 μ au lieu de 25 à 50), restent plus longtemps contigus, puis s'aplatissent extérieurement, au lieu d'être fortement convexes. Dans les nombreuses couches latérales, les logettes, d'abord rectangulaires, deviennent progressivement polygonales et finissent à la surface par se grouper en étoiles ou rosettes autour des piliers. L'allure des mailles externes et des rosettes fournit de bons caractères spécifiques.

Ces considérations générales, plusieurs fois reprises, sont extraites d'une note d'ensemble sur les Orthophragmines [376], qui se borne à l'Europe, à savoir d'une part à l'Aquitaine, où l'on sait qu'il y a continuité avec le Secondaire, et d'autre part les régions alpines, où le Nummulitique débute plus tard, avec l'Yprésien ou le Lutétien. Pour l'Amérique, on verra que les Orthophragmines y sont rares. Quant à l'Asie et à l'Extrême-Orient, les faunes, cependant très riches, n'ont fait de sa part l'objet que de mentions fragmentaires, pour la plupart antérieures à la révision des Orthophragmines européennes.

En Europe, reprenant les travaux de Gümbel et autres, H. Douvillé répartit les Orthophragmines dans deux ensembles : les lenticulaires, constituant le sous-genre *Discocyclina* Gümbel et les étoilées ou radiées en surface, pour lesquelles il ne retient

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

que les deux sous-genres *Asterodiscus* SCHAFHÄUTL et *Asterocyclina* GÜMBEL.

Pour les Discocyclines, il distingue trois groupes, qui, malgré la multiplicité des noms cités, ne sont peut-être que trois faisceaux ou même trois grandes espèces.

Dans le groupe de *D. Archiaci*, la forme est aplatie avec mamelon au centre ; les chambres latérales, relativement grandes, sont groupées en petit nombre (6 à 8) autour de piliers répartis avec la même grosseur sur toute la surface. Cette série débute par une petite forme *D. Seunesi* H. D. (6 mm.), du Montien à *Operculina Heberti* dans le Sud de l'Aquitaine. *D. Archiaci* SCHLUMB., qui peut atteindre 20 mm., va de l'Éocène inférieur de Gan au Lutétien supérieur de Biarritz et se rencontre aussi au Kressenberg en Bavière et jusque dans le Lutétien supérieur de Priabona. Cette granuleuse, comparativement épaisse, comporte des variétés ou espèces voisines, telles que *D. Bartholomei* d'Urcuit et de Saint-Barthélémy, où l'épaisseur diminue par gradins successifs, *D. umbo*, du Kressenberg, qui atteint 35 mm. Dans l'Éocène supérieur, les formes sont encore plus grandes, mais surtout plus minces et moins granuleuses. C'est le cas de *D. Pratti*, de l'Auversien de Biarritz et de Saint-Vallier de Thiey, et enfin de *D. Fortisi*, du vrai Bartonien de la Côte des Basques, encore plus mince, papyracée, atteignant 50 mm. Le groupe s'achève ainsi par gigantisme.

Le second ensemble, dit des *sellées*, tire son nom de la forme souvent courbée, ensellée de la coquille ; mais la disposition essentielle résiderait dans les chambres latérales, relativement petites, groupées en rosettes à nombreux pétales (de 9 à 12) autour de granules plus gros, plus irréguliers et plus irrégulièrement répartis que dans le groupe précédent. La petite forme, *D. scalaris* (6 mm.) va de l'Éocène inférieur de Gan à l'Auversien de la villa Marbella. *D. sella*, atteignant 13 mm., plus mince et souvent ensellée, aux piliers plus irréguliers que la précédente, se rencontre dans le Lutétien et l'Auversien de Biarritz, des environs de Nice et dans le Bartonien du Véronais. *D. tenuis* H. D. en est une réduction (10 mm.), une prémutation, de l'Yprésien de Spilecco. *D. epiphippium* serait par contre, à Priabona, une postmutation papyracée, de 17 mm., à rosettes de 11 à 12 pétales. *D. veronensis* H. D., de l'Auversien du Véronais, offre la particularité exceptionnelle chez les Orthophragmines, au moins en Europe car elle se rencontre plus fréquemment en Extrême-Orient, de présenter une dépression au centre, au lieu du bouton apical habituel. *D. discus*, du Lutétien supé-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

rieur suisse, de Saint-Vallier et de l'Auversien du Véronais, atteint 52 mm. Nous retombons dans du gigantisme.

Le troisième groupe enfin est celui de *D. nummulitica*. Les formes, jamais de grande taille, plus épaisses ont au centre un très large bouton pustuleux, parfois rayonnant, qui est frangé ou non d'une collerette. C'est le groupe le moins fixé, et par suite celui où il y a plus grande débauche de noms spécifiques. La première, *D. Douvillei* de l'Éocène inférieur et du Lutétien inférieur d'Aquitaine, est très petite (1 mm. 5 à 2 mm.). *D. Chudeaui*, du Lutétien supérieur des mêmes régions, atteint 4 mm. *D. Marthæ* offre à l'apex des pustules beaucoup plus fortes. *D. Roberti* H. D., de Saint-Barthélémy, est plus grande (8 mm.). *D. nummulitica* (5 à 8 mm.) est bien voisine des précédentes ; décrite du « Granite marmor » d'Hammer, c'est-à-dire dans le Lutétien bavarois, elle est citée aussi du Lutétien et de l'Auversien de Biarritz, de l'Yprésien à l'Auversien du Vicentin, à Saint-Vallier de Thiey, etc. *D. strophiolata* (7 mm.) rappelle *D. Douvillei*, mais avec une collerette beaucoup plus nette ; décrite dans l'Auversien d'Hammer, elle se retrouve dans le Bartonien de Saint-Vallier de Thiey et de Vérone.

Venant aux radiées, elles dériveraient des Discocyclines épaisses du groupe précédent. L'embryon s'allonge. La deuxième loge de la nucléoconque se porte en avant, et dans cette direction s'organise un premier rayon de logettes équatoriales, qualifié d'antérieur ; un couple de rayons latéraux se développe à partir de l'arrière de cette deuxième loge ; enfin un couple de rayons postérieurs vient en arrière de la première loge ; d'où une forme à 5 rayons, plus rarement à 4 ou 6, un peu comme chez un Échinoderme. L'évolution ultérieure se fait par bifurcation des rayons initiaux ou par intercalation de rayons nouveaux.

Le premier sous-genre *Asterodiscus* Schafhäutl 1853 (= *Asterocyclina* Gümb. 1868) correspond au type à 5 rayons, pouvant s'élever jusqu'à une dizaine au plus. *A. stella* est une petite radiée pentagonale (2 mm. 5 à 3 mm.), encore bien proche de *D. Douvillei*, décrite dans le Granit Marmor, c'est-à-dire dans le Lutétien bavarois, et se rencontrant aussi dans le Sud-Ouest de France à la Fontaine de la Médaille, près de Montfort (Landes). Il faudrait lui réunir *A. astericus* du Lutétien supérieur du Pilate. Avec des pointes un peu mieux marquées, c'est *A. Taramellii* de Spilecco, présent aussi à la Villa Marbella. *A. pentagonalis*, de l'Auversien bavarois et aussi du Véronais, atteint 7 mm., avec des rayons assez larges et épais, réunis par une lame. *A. Bayani*, de Spilecco et aussi du Granit Marmor de

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Bavière, est une variété de 6 mm., à rayons beaucoup moins tranchés. *A. stellaris*, à laquelle H. Douvillé réunit *O. priabonensis* et *lanceolata*, est une pentagonale de 15 mm., à rayons étroits. C'est la forme majeure de ce premier petit ensemble ; elle a été décrite dans le Priabonien suisse et se rencontre aussi dans le Sud-Est de la France et dans l'Éocène supérieur de Biarritz à partir de la Villa Marbella.

Un type, peut être un peu différent, *A. stellatus* de la Gourèpe, dériverait de *D. Chudeaui* et en serait la forme étoilée avec un bouton médian et des rayons peu développés. *A. decoratus* Schlum., d'un niveau imprécisé à Sainte-Colombe des Landes, est une variété de *stellatus* à rayons bifurqués. *A. Munieri*, de la même localité et du Lutétien supérieur de Béhéréco, a une taille assez grande (12 mm. 5), un bouton moins développé, mais des rayons nombreux, minces et bifurqués, et ainsi se placerait entre *stellaris* et *stellatus*.

Le deuxième sous-genre, *Asterocyclina* Gümbel, a plus de 12 rayons, ce grand nombre pouvant être obtenu soit par bifurcation, soit par intercalation de nouveaux rayons.

Les bifurcations se constateraient dans un premier groupe, celui d'*A. patellaris* Schloth., espèce géante de 50 mm., à 14 rayons étroits saillants, bi- ou polyfurqués, malheureusement connue seulement par une figure du minerai de fer lutétien du Kressenberg. *A. scarantiana*, de Scaranta (Vicentin ?), plus petite, ne serait qu'un jeune de la précédente. *A. Gümbeli*, du Kressenberg, n'a que 10 rayons grêles. *A. furcata*, de l'Éocène supérieur suisse et aussi de la région de Nice, n'a que 5 rayons larges, se subdivisant en 2 ou 3 branches, enfin se bifurquant à la périphérie pour arriver à 20 rayons au plus au pourtour.

Dans le Sud-Ouest de la France où les formes précédentes ne sont pas signalées, un second groupe, celui d'*A. radians*, montre la succession des trois formes suivantes : *A. præradians* H. D., de l'Éocène inférieur du Pont de Louer jusqu'au Lutétien supérieur de Peyrehorade, qui a encore un bouton assez fort, et des rayons peu marqués, *A. pinguis* H. D., du Lutétien supérieur de Béhéréco et enfin *A. radians* d'Arch. du Priabonien de Biarritz, espèce mince de 12 mm., avec 18 à 20 rayons. Cette dernière se rencontre aussi dans la région de Nice, en Suisse et en Bavière. Gümbel et autres y ont décrit, aussi bien que dans le Véronais, d'autres espèces qui ne sont peut-être que des races locales : *A. lucifera*, *A. tenuicosta*, *A. variecostata*, sur lesquelles nous ne saurions insister. H. Douvillé y ajoute *A. crassicostata*, de Priabona, à 40 rayons larges, occupant presque toute la surface.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Pour l'Asie et surtout l'Indomalaisie, nous avons dit que, pour les Orthophragmines, il ne s'agissait que de déterminations ou de révisions épisodiques, sans travail d'ensemble. Quelques indications rapides, dans l'ordre stratigraphique, rappelleront la richesse des faunes.

Dans les brèches et poudingues de Nias [275], équivalent de « l'étage des brèches » lutétien de Sumatra, *O. decipiens* Fritsch, décrite à Bornéo, reprise à Java par Schlumberger, est une lenticulaire assez petite (12 mm.), avec renflement et collerette, probablement du groupe de *Discocyclina nummulitica*. Au même niveau, ou un peu plus haut dans le Lutétien supérieur, se placent les calcaires du groupe A de H. Douvillé à Bornéo [195], correspondant aux « couches à Orbitoïdes » des auteurs locaux. On y trouve des radiées : *Asterodiscus* cf. *stellata* ou mieux *stellaris* (= *lanceolata* Schl.), mais surtout des lenticulaires. Dans celles-ci, une forme géante (70 mm.) a porté des noms divers; H. Douvillé retient celui d'*O. javana* Verbeek ; ce ne serait qu'une race d'*O. discus*. Une autre forme, déterminée *O. omphalus* Fritsch, appartient aux « ombiliquées si spéciales » de l'Extrême-Orient, où, pour un diamètre de 20 mm., une dépression centrale occupe le quart et même le tiers du rayon. A Java, les couches de Nangoulan montrent une association plus belle encore, au moins pour les lenticulaires : *O. javana*, *O. Fritschi* H. D., autre espèce de grande taille où les granules sont mieux marqués à la périphérie qu'au centre, *O. omphalus* Fritsch, fortement ombiliquée au centre, *O. dispansa* J. de C. Sow., décrite aux Indes et pourvue d'un gros mamelon central. Cette dernière serait une prémutation d'*O. decipiens* Fritsch, beaucoup plus granuleuse au centre et rencontrée dans un niveau peut-être un peu plus élevé.

Dans les couches bartoniennes de Bornéo, c'est-à-dire dans son groupe B, H. Douvillé reconnaît *O. Pratti* (= *Fortissi* Verbeek, = *aplanata* Vaughan Jennings).

Ces indications sont accompagnées de mentions d'Orthophragmines en Birmanie, ainsi qu'aux Moluques [383], où l'Éocène moyen fournit des couches à grandes Nummulites et grandes Orthophragmines, tandis que les espèces sont petites dans l'Éocène supérieur, en particulier à Halmaheira où de petites formes renflées du gr. d'*O. Chudeaui* accompagnent de petites Nummulites dans des lumachelles à Foraminifères et aussi dans des dépôts à Globigerines.

En Amérique, d'après un envoi d'Arn. Heim, H. Douvillé [307] a signalé dans la partie méridionale de la presqu'île de

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Californie, de petites *Orthophragmina* (*Discocyclina*) *Pratti* (5 à 6 mm., exceptionnellement 10 mm.), probablement de l'Eocène supérieur. Puis, à la Trinité, il commence par déclarer [380 *bis*, 381] que les Orthophragmines « arrivent tard », au début de l'Oligocène, ce qui coïnciderait mal avec l'Eurasie, où elles ont disparu dans l'Oligocène. Mais, mieux informé et revenant sur la question [398], H. Douvillé abaissent les Orthophragmines de la Trinité dans l'Éocène supérieur. On trouve là des étoilées (*Asterodiscus*) et des discoïdes. Celles-ci, au moins certaines, « dans des conditions défavorables », sont dégradées, par exemple *O. floridana* CUSHMAN, pour laquelle il propose le sous-genre *Pseudophragmina*. Les cloisons latérales des logettes équatoriales, normalement droites et imperforées chez les vraies Orthophragmines, s atténuent ici, se résolvent en granules ; de plus, les logettes n'alternent pas d'un anneau à l'autre ; les anneaux ont ainsi repris leur individualité et sont limités par une surface régulière et continue, au lieu du dessin habituel, plus ou moins festonné, qui borde extérieurement les cycles de logettes équatoriales.

Lepidocyclina.

Le troisième grand genre des Orbitoïdés, *Lepidocyclina* GÜMB., est séparé dans le temps des Orthophragmines, au moins dans l'Ancien monde, en particulier en Europe, par un intervalle auquel on a attribué une plus ou moins longue durée. E. Haug par exemple, dans son Traité, traduisant l'opinion qui pouvait avoir cours à l'époque, faisait apparaître les Lépidocyclines dans le Chattien, le dernier étage de l'Oligocène, où subsistaient encore les Nummulites. Par contre H. Douvillé, en Asie, en Afrique du Nord et même en Aquitaine, a descendu cette apparition dans le Stampien. La question s'est transformée avec l'Amérique, les Lépidocyclines s'y montrant dès le Bartonien.

Mais comment s'enracinent-elles ?

Il a tout d'abord songé à les faire descendre des Orthophragmines. A partir de celles-ci, dans les conditions sensées redevenues plus chaudes à l'Oligocène, se serait produite une revigoration de l'embryon des formes A, aussi bien que des bourgeons protoplasmiques. De ce dernier fait, la cloison des logettes équatoriales serait redevenue convexe, arquée distalement, comme chez les Orbitoïdes du Crétacé. H. Douvillé a abandonné cette vue lorsqu'il a mieux connu les Lépidocyclines américaines et surtout fixé stratigraphiquement leur apparition dès le Barto-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

nien. Il s'est alors demandé [380 *bis*, 381, 382] si l'origine, à chercher en Amérique, ne se trouverait pas dans un tout autre groupe que les Orthophragmines, à savoir le genre *Helicolepidina*, lui-même peut-être apparenté aux Hétérostégines. Ces Hélicolépidines (*H. spiralis*) ont été découvertes et décrites par A. Tobler au Vénézuela, dans des couches bartoniennes qui fournissent aussi les premières Lépidocyclines. L'aspect extérieur et la structure sont identiques dans les deux genres ; mais chez *Helicolepidina*, le réseau équatorial, au lieu d'être annulaire, cyclostègue, est dominé par un large enroulement spiral, rappelant les Hétérostégines. La couche médiane est mince et n'a qu'une seule rangée d'ouvertures à l'extérieur des logettes. On a en somme affaire à une forme très voisine des *Spiroclypeus* dont il a été question plus haut ; mais ici cependant, les logettes, au lieu d'être rectangulaires, sont arrondies comme dans les Lépidocyclines. S'il y a vraiment parenté avec les Hélicolépidines, les Lépidocyclines proviendraient d'un type spiralé, tout comme *Arnaudiella* et *Orbitoides* seraient sortis au Crétacé de *Siderina*. Au début du développement spiral d'*Helicolepidina* se trouve le même embryon bicellulaire que chez les premières Lépidocyclines américaines.

Quoi qu'il en soit de ces questions d'origine, H. Douvillé a finalement revu les Lépidocyclines du monde entier et il leur a consacré un mémoire [398, 404] en 3 parties, réservées respectivement à la Mésogée américaine (Sud des Etats-Unis, Panama, Vénézuéla, La Trinité), à l'Europe (Aquitaine et Biscaye, Provence, Italie, Albanie et Malte) et à l'Afrique du Nord, finalement à une province dite orientale (de l'Arabie et du Sind à Madagascar et aux Philippines). Les faunes de ces trois ensembles, de ces trois provinces, sont en effet assez différentes, et ceci s'expliquerait par un morcellement de la Mésogée, qui aurait suivi les principaux mouvements alpins. Avant d'aborder les trois provinces, l'exposé sera orienté par la définition des sous-genres et l'examen de leurs relations telles qu'elles sont fournies dans deux notes préliminaires [311, 377].

Les formes américaines et européennes avaient été bien étudiées déjà par Robert Douvillé et Paul Lemoine, les formes asiatiques par Verbeek. De ces travaux ressortent trois groupes, qui seront trois des sous-genres de H. Douvillé. Un premier groupe, presque exclusivement américain, a pour type *L. Mantelli* Morton, belle forme très anciennement définie et pour laquelle Gümbel a créé en 1868 le genre *Lepidocyclina*. H. Douvillé en fait le sous-genre *Isolepidina*. L'embryon est sphérique, partagé en 2

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

loges égales par une cloison transversale. Tant en Amérique qu'en Europe et Asie, d'autres formes, qui constituent le sous-genre *Nephrolepidina* H. D., ont un embryon réniforme, c'est-à-dire une première loge sphérique et une deuxième disposée en haricot ; les sections des logettes équatoriales ont la forme « en losange » de Verbeek. D'autres, du sous-genre *Eulepidina*, ont un embryon de type embrassant, où la deuxième loge enveloppe complètement la première ; les sections des logettes équatoriales sont « en spatule » suivant la terminologie de Verbeek. Mais H. Douvillé constate que l'Extrême-Orient apporte une quatrième combinaison, celle de son sous-genre *Amphilepidina*, avec l'embryon réniforme des Néphrolépidines et les logettes en spatule des Eulépidines. Enfin *Pliolepidina* H. D., de l'Ile de la Trinité, a un embryon pluriloculaire, un peu comme chez *Simplorbites* ; il s'agit peut-être d'un cas tératologique ainsi qu'on le dira plus loin.

Venant aux Lépidocyclines américaines, on sait que la meilleure succession stratigraphique de leurs niveaux, celle au moins pour laquelle H. Douvillé a fini par avoir les éléments les plus complets, a été fournie par la région méridionale de l'Ile de la Trinité. Au-dessus d'un Auversien à *N. striatus* et *Discocyclina varians*, vient du Bartonien à deux niveaux. Y débutent les Lépidocyclines : dans le Bartonien inférieur, avec *Asterodiscus* cf. *asterricus* (= *O. georgiana* Cushm.), se rencontrent des Isolépidines (*I. trinitatis*, *I. pustulosa*), *Pliolepidina Tobleri* et *Helicolepidina spiralis* ; dans le Bartonien supérieur, avec *Asterodiscus stellaris* et *Nummulites floridensis*, petite Nummulite voisine de *N. irregularis*, se rencontrent les Lépidocyclines précédentes, mais accompagnées de formes plus grandes, *Lep. pseudomarginata*, *Amphilepidina dilatata*, celle-ci montrant le passage aux Eulépidines. Le quatrième niveau, oligocène, comporte encore des Nummulites du groupe de *N. vascus*, tandis que les Orthophragmines ont disparu, et que, par contre, se montrent les Eulépidines et les Néphrolépidines d'Europe. Au cinquième niveau enfin, les Nummulites ont à leur tour disparu et la faune peut être rapprochée de l'Aquitanien. Au Vénézuéla, on n'avait, au moins à l'époque, d'après les travaux de Tobler, affaire qu'au deuxième niveau. A Panama, H. Douvillé a fini par identifier les horizons de Pedro Miguel et de Pena Blanca avec le deuxième niveau, tandis que les calcaires du Haut Chagre correspondent aux trois niveaux supérieurs. Aux États-Unis, l'Éocène supérieur ou Jacksonien, en particulier le calcaire d'Ocala, montre les Orthophragmines associées aux Isolépidines ; l'Oligocène ou Vicksburgien a des

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Nummulites qui subsistent encore avec des Isolépidines ; à l'Aquitanien, c'est-à-dire dans les formations de Tampa ou de Chattahoocke, on n'a plus que des Lépidocyclines, mais avec une faune moins typique qu'à la Trinité et non spécialement étudiée par H. Douvillé.

Si l'on aborde le détail des sous-genres, *Isolepidina*, à embryon biceNulaire et logettes spatuliformes, apparaît avec de petites formes dans le Bartonien inférieur, croît en dimension dans le Bartonien supérieur et dure jusqu'à la fin de l'Oligocène. *Is. trinitatis* H. D., du deuxième niveau de la Trinité et du Vénézuéla, est connue par des formes A (3 à 4 mm.) et B (10 mm. au plus) ; les piliers nombreux et très rapprochés, se réunissent et réduisent les chambres latérales. *Is. R. Douvillei* Lisson, du Pérou, n'est peut-être que la forme A de la précédente. *Is. Canellei* R. D. et P. Lem., du Bartonien de Panama, n'est connue que par sa forme A ; les piliers sont nombreux, mais petits, et l'embryon, sphéroïdal, non étranglé au milieu comme dans l'espèce précédente, fait penser à la forme peut-être la plus primitive de tout le groupe. *I. Mantelli* Morton est l'espèce la plus anciennement décrite ; nous savons que c'est le type du genre *Lepidocyclina* Gümbel ; Vaughan en conclut qu'il faut rejeter *Isolepidina* H. D. ; le nom peut être conservé cependant pour désigner une section des Lépidocyclines. *I. Mantelli* a le même embryon qu'*I. Canellei*. A et B sont connus ; les piliers, très petits, disparaissent dans l'adulte. C'est une espèce de grande taille (40 mm.), décrite à Claiborne dans l'Alabama. Peut-être par suite de confusions avec d'autres espèces inermes, son niveau est peu précis dans le Jacksonien ou Éocène supérieur ou bien le « Marianna limestone » de l'Oligocène. *I. ocalanea* Cushm. est connue par A (6 mm.) et B (18 mm.), à granules petits et très saillants. Elle diffère peu d'*I. georgiana* Cushm. (7 mm.), qui est une forme A, de même d'*Is. supera* (20 mm.), du Vicksbourg, c'est-à-dire de l'Oligocène. *Is. pustulosa* H. D., qui accompagne *Is. trinitatis*, est une forme B (10 mm.), très renflée, avec de grosses pustules au centre, entourées d'une rangée d'une quinzaine de petites chambres. A cette pustuleuse, H. Douvillé ajoute, dans l'Éocène supérieur de la Trinité, des échantillons moins vigoureusement ornés, rapprochés de *L. marginata* Cushm., formes A ou B (16 mm.), et *Is. Giraudi* R. D., petites pustuleuses, A et B (4 mm.), du Néogène inférieur de la Martinique.

Pliolepidina Tobleri H. D. est une petite forme de l'Éocène supérieur de la Trinité. C'est, comme nous l'avons dit, l'embryon multiloculaire, avec une grande cellule centrale et des loges péri-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

phériques irrégulièrement réparties, qui a conduit à créer le sous-genre ; mais ensuite la disposition des logettes équatoriales rappelle tout à fait celle d'*Is. trinitatis*, dont *P. Tobleri* ne serait qu'un cas tératologique, analogue à celui qu'I. Provale a signalé en Extrême-Orient pour *Amphilepidina borneensis*.

Les Amphilépidines sont surtout développées en Extrême-Orient ; mais H. Douvillé leur rapporte *A. Chaperi* P. L. et R. D., formes A et B de l'Oligocène du Haut Chagre à Panama et de couches synchroniques à Saltmountain et autres localités dans l'Alabama. Il décrit sous le nom d'*A. persimilis*, d'Erin Point, c'est-à-dire de l'Aquitanien de la Trinité, une espèce à formes A et B, qui extérieurement rappelle tout à fait *Nephrolepidina marginata* et qui se rencontre du reste avec elle ; mais l'embryon étant bien réniforme, les logettes sont en spatule. Serait-ce une forme de passage, à vrai dire tardive, entre les deux sous-genres ? Une question analogue se pose à propos d'une autre espèce, dite *Amph. prædilata* de Stone River, c'est-à-dire du Bartonien supérieur de la Trinité, forme de 20 mm., à logettes spatuliformes, avec un très gros embryon (1 mm. 45), où la deuxième loge entoure presque complètement la première, et qui peut indiquer le passage aux *Eulepidina*, notamment à *E. dilatata*, forme très voisine.

Pour les Néphrolépidines franches, la Trinité fournit, à Erin Point, c'est-à-dire dans l'Aquitanien, le couple *N. marginata* Michelotti-*Tournoueri* P. L. et R. D., et au Haut-Chagre se rencontre *N. decorata* H. D., pustuleuse A voisine de *marginata*.

De même, dans l'Oligocène de la Trinité et du Haut-Chagre, il y a des Eulépidines franches, voisines de celles d'Europe : *E. dilatata*, *E. Raulini* et *E. formosa*.

A propos de l'Amérique, H. Douvillé ajoute plus tard à son mémoire une mention relative au Mexique [414], où, dans les couches de Tampico, au Stampien, au Chattien et à l'Aquitanien, il retrouve des formes plus ou moins analogues à l'Europe ou à ce qui précède sur la Trinité. Notamment, dans des couches à grandes Lépidocyclines de l'Aquitanien, *I. gigas* var. *mexicana* Cushm. (= cf. *elephantina* Vaughan) lui paraît plutôt se rapprocher de *L. Raulini* et de *L. dilatata*. Mais on sait qu'interférant avec les siennes, puis se développant indépendamment, les recherches sur les grands Foraminifères ont connu en Amérique un magnifique développement. H. Douvillé s'en est réjoui, en demandant toutefois que l'on tienne bien compte de tous les caractères, aussi bien extérieurs qu'internes, ceux-ci tels que les montrent des coupes diversement orientées. On peut ajouter que c'est ainsi que

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

pourrait être entreprise une critique, véritablement objective, des coordinations et des vues intéressantes que lui-même, grand expert en la matière, il a plus qu'amorcées.

En Europe, c'est le Bassin d'Aquitaine, repris bien des fois, qui, surtout si l'on y joint la région de Santander en Biscaye, fournit la succession la plus complète. Ainsi, dans le temps, s'échelonnent 5 groupes de gisements : 1. San Vicente de la Barquera, à la même hauteur ou peut-être un peu plus bas que le Tuc de Saumon en Chalosse ; on y trouve des Eulépidines et des Néphrolépidines, de faible taille et par certains côtés primitives ; c'est pour H. Douvillé du Stampien. — 2. Saint-Geours-de-Maremme en Chalosse, encore oligocène (Chattien ?), où les petites Nummulites subsistent encore, mais où les Lépidocyclines sont de plus grande taille ; au même niveau se loge le gisement du hameau de Ripuente dans la région de Santander. — 3. Peyrère, au Nord de Peyrehorade en Chalosse, avec de grandes Lépidocyclines, mais sans Nummulites ; ce serait de l'Aquitanien inférieur. — 4. Saint-Étienne-d'Orthe, la faune, rangée dans l'Aquitanien moyen, est toute différente et comporte surtout des Néphrolépidines. — 5. Abesse, à 4 ou 5 km. au N de Dax, Mandillot et Cabannes près de Dax, de l'Aquitanien supérieur ou du Burdigalien ; de petites Lépidocyclines s'accompagnant de Miogypsines.

Si, dans la même province, on s'étend au Sénégal, la faune de Dakar est aquitanienne, du niveau 3, comme celle antérieurement reconnue en Andalousie par R. Douvillé.

En Algérie, H. Douvillé n'a guère connu qu'une belle faune stampienne, en somme du niveau 1, découverte par M. Dalloni dans son « fjord sudtellien », partant de l'embouchure de la Tafna et se poursuivant vers l'Est.

En Provence, près du Sausset, il s'agit d'Aquitanien supérieur du niveau 4.

Au Piémont, le gisement de Dego est stampien, du niveau 1 ; celui de Molere près Ceva, à grandes Eulépidines, est du niveau 3 ; celui de Rossignano-Montferrat, avec encore des Eulépidines correspondrait à Saint-Étienne-d'Orthes, soit au niveau 4 ; la Superga enfin, à Néphrolépidines et Miogypsines, serait burdigalienne, soit du niveau 5.

Pour la Vénétie, le gisement célèbre d'Isola di Malo, avec *Neph. Tournoueri*, et surtout les Eulépidines géantes (*E. elephantina*) qui se rencontrent aussi à Malte et en Albanie, se loge au niveau 2.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Dans l'introduction stratigraphique à l'étude des faunes de Lépidocyclines en Europe et dans les régions voisines, H. Douvillé discute enfin les travaux des géologues italiens sur les « argiles écailleuses » du « bloc des Apennins », c'est-à-dire d'une région englobant : Sicile, Samnium, Abruzzes, Sabine, Modène, Toscane et Parme, en y comprenant l'île de Paxos au Sud de Corfou. Là, exception à la stratigraphie habituelle, avec la coexistence de Nummulites, d'Orthophragmines (*Asterodiscus*) et de Néphrolépidines ; mais ne s'agirait-il pas de mélanges, par suite d'actions tectoniques, ou mieux encore de remaniements dans des couches dont l'âge vrai serait oligocène. On sait que, tout récemment, c'est ainsi que J. Flandrin a tendance à résoudre une question analogue soulevée en Algérie aux alentours du Djurdjura.

Quant aux descriptions paléontologiques, en Europe et en Afrique on ne rencontre que les deux sous-genres, *Eulepidina* et *Nephrolepidina*, mais c'est là qu'ils ont été définis et surtout bien caractérisés.

Les Eulépidines, à embryon enveloppant et logettes en spatule, sont ordinairement de grande taille, A et B ayant à peu près les mêmes dimensions. Une double rangée d'ouvertures fait communiquer les logettes équatoriales, comme chez les *Orbitella*, mais elles sont plus grandes (60 à 100 μ au lieu de 25 à 50) ; la paroi distale des logettes présente de profonds sillons parallèles au plan équatorial et les sections axiales montrent par suite une disposition en roue d'engrenage. Les Eulépidines dériveraient des Isolépidines américaines ainsi qu'on l'a vu plus haut.

Parmi les Eulépidines, un premier groupe, celui des formes sans piliers, non granuleuses comme l'on dit, peut débuter par *E. levis* H. D., petite au Tuc de Saumon, moyenne à Peyrère, en Andalousie et à Molere. *E. elephantina* d'Isola di Malo, d'Albanie, de Malte et aussi du N d'Alicante, est par contre une espèce géante, atteignant 10 cm., aplatie, à cloisons minces, ce dernier caractère la distinguant d'*E. Raulini* P. L. et R. D., de tout l'Oligocène, également plate, mais plus petite (2 à 3 cm.), et où surtout les cloisons des chambres latérales sont fortement épaissies. *E. formosoides* H. D., de l'Oligocène inférieur, voisine d'*E. formosa* d'Extrême-Orient, est une forme à fort renflement médian et cloisons épaissies. Si l'on aborde le deuxième groupe, celui des granuleuses, *E. dilatata* Michelotti en est le type le plus répandu ; décrite à Molere dans l'Aquitanien, avec une taille de 3 à 4 cm., elle se rencontre au même niveau à Peyrère ; elle est beaucoup plus grande à Isola di Malo et par contre plus

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

petite à Saint-Étienne d'Orthe, dans l'Aquitanien supérieur. *E. Schlumbergeri* P. L. et R. D. n'en serait, en Andalousie, qu'une variété ou une race, plus granuleuse à l'apex. *E. eodilatata* H. D. est une réduction de la précédente dans les niveaux inférieurs (Dego), à plus petit embryon, pouvant aussi bien passer aux lisses qu'aux granuleuses. *E. Roberti* H. D. enfin, de Saint-Geours de Maremme et de Molere, est une espèce plate, de grande taille, à mamelon, sur lequel les piliers très développés réduisent les chambres latérales qui se disposent en rosettes de 6 à 8 pétales.

Les Néphrolépidines, à embryon réniforme et logettes en losange, sont de petite taille et souvent fortement granuleuses, parfois même pustuleuses dans la partie centrale. Les formes A et B, très dissemblables, difficiles à raccorder en couples, sont décrites séparément.

Dans les microsphériques, *N. partita* H. D. est une petite forme (5 à 6 mm.), à un seul cycle de pustules à l'apex, des niveaux inférieurs (San Vicente, Oran, etc.), mais persistant dans l'Aquitanien de Peyrère, etc. *N. præmarginata*, de même taille et de même distribution, a des pustules irrégulièrement distribuées en deux cycles. *N. marginata* Michelotti, surtout commune dans l'Aquitanien de Rovignano, etc., mais débutant dans les niveaux inférieurs, atteint exceptionnellement 15 mm. ; elle est fortement renflée, suivant un centre pustuleux qui est entouré d'une collerette lisse.

Dans les macrosphériques, il y a une forme inerme de petite taille (2 à 6 mm.), surtout des niveaux supérieurs ; c'est *N. simplex* H. D., *N. Tournoueri* P. L. et R. D., l'espèce la plus commune et qu'on trouve sur toute la hauteur, est, avec ses 5 mm., une réduction de *N. marginata*, mais sans pustules et seulement des granules polygonaux. *N. Morgani* P. L. et R. D., des niveaux supérieurs, petite (2 à 5 mm.), dérivée de *Tournoueri*, voisine aussi extérieurement de *N. marginata*, n'a qu'une rangée de pustules autour d'une pustule apicale.

La province orientale va de la Nouvelle Guinée et des Philippines jusqu'aux Indes, à Madagascar, à l'Arabie et au Lac de Van en Arménie. H. Douvillé s'en est occupé à maintes reprises, surtout à propos de l'Extrême-Orient pour chercher une chronologie. Il reconnaît aussi le cachet spécial de ces faunes avec le sous-genre *Amphilepidina*. Finalement, il reprend tout cela dans son mémoire de 1925.

Les gisements sont rangés dans les cinq niveaux de la coupe

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

de Bornéo, niveaux qui sont à peu près l'équivalent de ceux d'Aquitaine et aussi d'Amérique : 1. Stampien, avec des Nummulites et des Eulépidines. — 2. Aquitanien inférieur, à Eulépidines. — 3. Aquitanien moyen à Eulépidines, Amphilépidines et *Cycloclypeus*. — 4. Aquitanien supérieur à Amphilépidines, *Cycloclypeus* et *Spiroclypeus*. — 5. Burdigalien enfin, à Amphilépidines de petite taille.

Pour les Eulépidines, les groupes sont les mêmes qu'en Europe. Dans les inermes, *E. inermis* H. D., décrite dans l'Aquitanien inférieur des Philippines, se rencontre aussi à Madagascar et débute dès le Stampien à Bornéo ; c'est une forme à cloison mince. *E. Raulini*, forme d'Europe à cloison épaisse, se rencontre aux Philippines, à Bornéo et à Madagascar, depuis l'Oligocène jusqu'à l'Aquitanien inférieur. *E. formosa*, aux cloisons fortement empâtées, est une des espèces les plus caractéristiques des couches inférieures des îles extrême-orientales, depuis les Philippines jusqu'à Sumatra. Dans les granuleuses, l'espèce européenne *E. dilatata* est, sous sa forme type, avec piliers polygonaux et une belle taille (2 à 5 cm.), reconnue à l'île de Grand Key et peut-être dans les couches de Rembang à Java ; mais c'est surtout une variété *insulæ-natalis*, où les piliers entourent plus ou moins les chambres latérales, qui la représente aux Philippines, à Bornéo et à Nias.

Les Néphrolépidines sont rares en Extrême-Orient ; elles y sont remplacées par les Amphilépidines, qui s'en séparent du reste parfois mal et qui ont pu leur donner naissance, au moins à celles d'Extrême-Orient. H. Douvillé n'en signale que deux espèces. La principale est *N. Verbeeki*, décrite de Sumatra, mais se rencontrant aussi à Nias, à Java, en Nouvelle-Guinée et aussi dans la région du Lac de Van en Arménie. C'est une pustuleuse A et B, qui rappelle *Amph. perarmata*. L'autre, *N. Schmidti* H. D., de l'Oligocène des Philippines, est une petite microsphérique (3 à 5 mm.), à 4 pustules dessinant une sorte d'X dans la région apicale.

C'est à propos des Amphilépidines que les développements sont les plus étendus et bien difficiles à grouper ici. Voisines par leur ornementation des Néphrolépidines, presque toujours pustuleuses au moins chez le jeune, elles ont bien un embryon réniforme ; mais leurs logettes équatoriales sont, ainsi que nous l'avons dit, en spatule comme chez les Eulépidines, toutefois beaucoup plus étroites que dans celles-ci. Les formes A et B, mal associées en couples, sont décrites séparément.

Dans les microsphériques, il y a de très grandes formes pus-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

tuleuses : *A. mira* H. D. (40 mm.), de l'Aquitanien supérieur, très ornée au centre, davantage qu'*A. gigantea* MARTIN (= *A. Carteri* MARTIN), qui est par contre encore plus grande (50 mm.). D'autres, encore grandes, ont des pustules qui disparaissent avant d'atteindre la surface ; telle *A. papulifera* H. D. (30 mm.) de l'Aquitanien moyen de Rembang, qui rappelle encore *A. mira* ; telle encore *A. euglabra* H. D. (20 mm.), également de Rembang, mutation de *papulifera*, où la surface montre une disposition qui sera fréquente chez d'autres, avec de nombreuses dépressions rappelant un métal martelé, en même temps que, dans la section équatoriale, des anneaux pentagonaux indiquant le début des formes radiées. A Rembang toujours, *A. Rutteni* (18 mm.), avec la même surface, exagère la disposition radiée. *A. glabra* est une petite forme (2,5 à 5 mm.), toujours voisine des précédentes dans l'Aquitanien supérieur et le Burdigalien de Bornéo et de Sumatra. Dans l'Aquitanien supérieur de Madagascar, *A. Gallieni* P. L. et R. D. (6 à 10 mm.) est une lenticulaire, régulièrement granuleuse et comparativement très renflée. *A. Ngembaki* (6 à 16 mm.), décrite à l'île Christmas, mais rencontrée aussi avec la précédente à Madagascar, n'en diffère que par des piliers plus pustuleux, entourés d'un plus grand nombre de logettes. *A. flexuosa* (4 mm. 5) de l'Aquitanien supérieur, toujours voisine, a, sur le bord, des ondulations plus accusées. *A. perornata* H. D. (6 à 7 mm.), de l'Aquitanien et du Burdigalien des Célèbes, est une pustuleuse qui a l'intérêt de montrer des logettes hexagonales, parfois losangiques ; elle rappelle beaucoup ainsi *Neph. Verbeeki* et peut indiquer un passage aux Néphrolépidines. *A. cristata* H. D., toujours des Célèbes, a des pustules en crêtes rayonnantes. *A. acuta* (3 à 7 mm.), subradiée, est ultrarenflée, avec une épaisseur pouvant dépasser le diamètre.

Les formes mégasphériques, ne dépassant jamais 10 mm., ont le centre renflé, une mince collerette marginale et une disposition plus ou moins étoilée sur la section équatoriale. H. Douvillé les classe d'après les piliers. *A. sumatrensis*, du Burdigalien de Nias et de tous les niveaux supérieurs d'Extrême-Orient, est pustuleuse. *A. limbata* H. D. de Rembang a des piliers plus petits, polygonaux, qui disparaissent dans *A. inornata* de l'Aquitanien supérieur des Célèbes ; celle-ci n'est peut-être que la forme A d'*A. gigantea*. *A. borneensis*, de Bornéo, a un centre fragile, souvent détruit, qui traduit peut-être une disposition ombiliquée comme nous en avons rencontrée chez les Orthophragmines d'Extrême-Orient ; cette espèce est surtout intéressante par son embryon, parfois tout à fait irrégulier, correspondant peut-être

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

à une « déformation maladive », rappelant les *Simplorbites* du Crétacé. A la différence des précédentes, les cloisons s'épaississent chez *A. inflata*, du Miocène inférieur, qui a un véritable gros pilier prenant naissance sur l'embryon. *A. angulosa* (5 mm.), des mêmes niveaux supérieurs, montre 3 ou 4 fortes granulations au centre. *A. Ferreroi* (3 mm.), toujours des couches supérieures et s'étendant jusqu'à Madagascar, a une couronne de 3 à 6 pustules éloignées du centre. Déjà avec *A. angulosa*, on avait affaire à des formes « nettement radiées », disposition qui va s'accentuer chez *A. radiata* (8 mm.), en particulier de Rembang, où 9 rayons étroits n'atteignent pas le bord, et chez *A. Martini*, de l'Aquitanien de Rembang et de Java, où la structure rayonnée est complète avec 6 à 8 rayons.

Au terme de cette analyse sur les Lépidocyclines, plus généralement sur les Orbitoïdés, faut-il excuser l'allure détaillée qu'elle a prise ? Elle traduit cependant le caractère même des publications d'H. Douvillé sur le sujet. Pour un temps, il a été le paléontologiste qui connaissait le mieux le groupe, et, citant ou critiquant de nombreuses espèces antérieures, il a été conduit à en créer lui-même beaucoup d'autres. Quitte à attendre des simplifications, peut-être aussi de nouveaux groupements, on retiendra la splendeur et la variété de ces Foraminifères, qui ont été parmi les plus beaux, dans les domaines tardifs les plus chauds de la Mésogée.

Généralités sur les Foraminifères.

Bien des généralités émergent déjà des pages analytiques précédentes.

Nature du test et forme, en rapport avec le mode de vie.

La nature du test d'abord a été mise sur le compte du mode de vie, qui a pu la déterminer, au moins initialement, quitte pour elle, à rester fixée, une fois acquise dans un groupe. Ainsi la nature chitineuse, alvéolaire et arénacée du test, agglutinant du matériel clastique plus ou moins fin, serait à l'origine le fait d'une vie benthique relativement profonde, par contraste avec le test calcaire, porcelané, des Foraminifères vivant sur les prairies d'algues, plus côtières. De cette manière a été expliqué le contraste entre les Fusulines et les *Loftusia* d'une part, les Alvéolines d'autre part, aussi bien qu'entre *Lacazopsis* et les Lacazines, qu'entre les Orbitolines et les Orbitolites, etc.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

A propos des formes coniques : Orbitolines, Lituonelles, *Dictyoconus* et *Dictyoconoides*, appartenant à des groupes différents, le port convergeant résulterait d'un mode de vie benthique, entraînant une pleurodissymétrie.

Ces convergences n'empêchent pas qu'il y a des types d'architecture bien différents, et bien définis si l'on pousse l'analyse dans tous les détails. Mais chacun de ces types, est-il bien lui-même caractéristique d'un groupe naturel. H. Douvillé a fini par en douter. Par exemple, dans les Orbitoïdés, très spéciaux avec leur plan de logettes équatoriales et leurs couches latérales, si, jusqu'à la fin, il a maintenu la parenté des Orbitoïdes et des Orthophragmines, il s'est par contre demandé si les Lépidocyclines, d'origine américaine, ne proviendraient pas d'*Helicolepidina*, genre qui s'apparenterait lui-même aux Hétérostégines.

Une autre question, par certains côtés analogue, s'est posée pour lui [349] à propos des formes cyclostègues, telles que les a dénommées d'Orbigny, c'est-à-dire à propos des formes discoïdales où les loges dessinent des anneaux concentriques, par opposition aux hélicostègues où, pour un temps assez long tout au moins, la disposition reste spiralée. En considérant le centre de la coquille, H. Douvillé pense que la disposition cyclostègue est un stade avancé d'évolution, pouvant succéder à des origines bien diverses. Chez *Orbitopsella* du Lias et chez *Spirocyclina* du Jurassique supérieur, le début est spiralé et l'on a vu que de l'un de ces genres peuvent dériver les Orbitolines. Relayant le groupe précédent, des formes très minces, ne comportant qu'un seul plan de loges, ont une phase spiralée restreinte à 4 loges dans *Brœckina* du Crétacé supérieur, puis à 2 dans *Præsosites* du même Crétacé supérieur. Tout différents sont les *Orbitolites*, où l'embryon est du type Miliole, sphérique, avec un goulot appliqué sur la sphère initiale ; l'embryon est à vrai dire très gros, 150 fois plus que dans une Miliole telle que *Quinqueloculina*, et le développement cyclostègue d'*Orbitolites complanatus* se fait dans un plan perpendiculaire à celui de cet embryon, tandis que le plan de symétrie de l'embryon passe par l'axe et coïncide avec le plan initial d'enroulement des Milioles. *Ilenulites* de l'Éocène, *Vertebralina* et *Archiacina* de l'Oligocène, aussi bien que *Sorites*, *Amphisorus* et *Marginopora* du Tertiaire et de l'époque actuelle, ont un embryon spiralé, dans le plan de symétrie duquel se poursuit le développement annulaire. Tout cela est beaucoup plus indiqué que poussé aux conclusions extrêmes. Il n'en reste pas moins que l'architecture adulte ne suffit pas à établir la parenté absolue, et la reconstitution des

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

rameaux doit tenir compte de tous les caractères, y compris ceux du début de la coquille.

Nucléoconque.

L'étude des embryons, des nucléoconques des formes A, a amené H. Douvillé à d'autres considérations, pour le moins ingénieuses et sur lesquelles l'avis de protistologistes avertis serait bien intéressant à provoquer.

On connaît la belle découverte de Munier-Chalmas et Ch. Schlumberger sur le dimorphisme des Foraminifères, Milioles, Nummulites, etc., finalement généralisé à la plupart des groupes, et l'on sait comment, à la suite des études de Schaudinn et de Lister sur le vivant, ce dimorphisme est aujourd'hui expliqué. Par scissiparité naissent les formes, dites formes A ou à macrosphère, c'est-à-dire à gros embryon sphérique, enkysté, autour duquel s'organise une coquille, généralement de petite taille par rapport au type suivant. L'embryon des formes B ou à microsphère, résulte d'un deuxième mode de reproduction, sexué, avec la fusion de deux gamètes qui donne un œuf de très petite taille, la microsphère, suivi d'un centre spiral de loges, autour duquel s'organise la coquille adulte ; celle-ci est généralement plus vigoureuse et de plus grande taille que dans les formes A. A bien des reprises, nous avons implicitement utilisé ces notions classiques et associé dans un couple, correspondant probablement à une seule espèce, une forme A et une forme B.

Aux deux modes précédents, H. Douvillé en ajoute un troisième, qu'il dit être par caryocinèse et qui l'amène [337] à se demander : « les Foraminifères sont-ils toujours unicellulaires? » La suggestion est sortie à propos des Orbitoïdés [310]. Déjà, chez *Arnaudiella* [337], on trouve au centre un embryon, une nucléoconque sphérique, que subdivise en 2 loges égales une cloison méridienne, *plane*, ce qui serait le fait d'une division au sein du protoplasma, alors que ce protoplasma a toujours une surface convexe au pourtour, au contact du milieu extérieur, tant pour l'embryon que pour toutes les logettes formées par les bourgeons protoplasmiques sortant par les pores de la coquille à tous ses stades. Les deux loges d'un tel embryon correspondraient à *deux cellules*. Chez *Orbitoides* (*Orbitella*) *Tissoti*, la segmentation dans la nucléoconque va plus loin et donne naissance à 4 cellules, 2 médianes et 2 latérales, toujours séparées par des parois planes, et le dessin rappelle celui de la segmentation initiale de l'Algue *Fegatella*. Soit d'après ses propres

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

observations, soit dans la littérature, H. Douvillé a découvert ou retrouvé des embryons à 2 cellules dans les formes A de genres assez divers : les Isolépidines et les Hélicolépidines, les Nummulites : *N. Guettardi*, *N. elegans*, *N. Lamarcki*, *N. variolarius* [337], les Assilines, *A. Leymeriei* [346], etc. D'après les figures de Silvestri, une nucléoconque à 4 cellules se rencontre dans *Omphalocyclus macropora* [353]. Mais revenant aux Orbitoïdés, la descendance d'*O. Tissoti* montre, après le stade à 4 cellules, une dégénérescence, ou mieux une sorte d'autofécondation dans la nucléoconque qui, s'ajoutant à la caryocinèse, entraînerait comme déjà celle-ci une revigoration du rameau (?). Après *O. Tissoti*, nous avons vu en effet que venait *O. media* qui a à peu près le même embryon ; mais dans *O. apiculata* qui fait suite, la première cellule devient prédominante ; elle est d'abord entourée de ses trois cellules-filles, qui se fusionnent ensuite, perdent peut-être leur noyau et la nucléoconque est peut-être redevenue uninucléée. C'est ainsi que naîtraient les embryons réniformes et les embryons embrassants, dont il a été bien des fois question à propos des Orbitoïdés. Quoi qu'il en soit, H. Douvillé conclut en disant qu'il semble bien que certains Foraminifères sont, dans les premières phases de leur développement, quadri ou bicellulaires. Dans la nucléoconque de certaines formes A, on aurait ainsi l'ébauche d'une disposition métazoaire avortée.

Canaux.

Une autre question générale est soulevée à propos des canaux microscopiques qui, depuis Carter et Carpenter, ont été décrits dans le test de nombreux Foraminifères : Operculines, Nummulites, Rotalidés, Amphistégines, etc. Pour ces dernières, Hofker a même voulu en tirer un caractère, qui permettrait de séparer, dans la famille spéciale des Tinoporidés, les genres qui sont dépourvus de ces canaux. A l'aide d'échantillons de Nummulites du Lutétien du Kressenberg en Bavière, autrefois préparés par R. Douvillé, et où les canaux sont naturellement injectés d'oxyde de fer, H. Douvillé reprend la question [434 *bis*]. Il montre que ces canaux ont une disposition et des ramifications très irrégulières dans les parties imperforées et mortes du test, comme s'ils étaient l'œuvre d'un parasite ayant creusé des galeries, un peu à la manière du mycélium de certains champignons, développé dans le bois mort. Il parle donc de parasitisme chez les Nummulites. Dans le cas où, comme chez les Polystonnelles ou les Operculines, le réseau est devenu tout à fait régulier et s'ouvre à

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

l'extérieur, il s'agit peut-être de commensalisme. Nulle part il n'est véritablement question d'une structure propre au test du Foraminifère, mais bien de la présence d'un organisme étranger, un peu comme pour les Orbitophages dont, chez les Orbitoïdes, a parlé naguère Ch. Schlumberger.

III. BRACHIOPODES

Dans le Primaire, H. Douvillé utilise surtout les Brachiopodes au point de vue stratigraphique, en déterminant les listes plus ou moins longues auxquelles a fait allusion l'analyse de ses travaux sur les régions exotiques. C'est aussi occasionnellement qu'il signale dans le Trias, à Ascain, Basses-Pyrénées [136], la présence de Lingules à pédoncule conservé.

Brachiopodes paléozoïques perforés.

Cependant, au point de vue paléontologique, il s'arrête sur quelques beaux types paléozoïques à test perforé [247 *bis*]. Ce dernier caractère, primitif pour lui, est intéressant à signaler partout où on le rencontre ; mais la note mentionnée étudie aussi les autres caractères, en particulier les caractères internes. Elle rappelle d'abord, d'après Œhlert, que *Spiriferina*, connu du Dévonien au Lias, est pourvu à la grande valve d'un septum médian et de deux cloisons rostrales ou plaques dentales, c'est-à-dire de cloisons qui supportent dans le crochet les dents cardinales et qui s'étendent plus ou moins loin vers l'avant. Dans le cas particulier, de chaque cloison rostrale part vers l'intérieur une lame transverse, horizontale, qui vient se réunir à l'extrémité supérieure du septum médian ; les deux lames forment ainsi une sorte de plancher qui détermine sous l'aréa un auget ventral ou *spondylium*, logeant sans doute le pédoncule. Dans le genre *Syringothyris* Winchell, il n'y a pas de septum médian, mais les deux lames du plancher se prolongent et se recourbent après leur jonction, pour donner un tube qui a motivé le nom du genre. De ces *Syringothyris*, H. Douvillé décrit en détail une magnifique espèce nouvelle, large de 90 mm., à aréa peu élevée, au test couvert de fortes papilles capilliformes, *S. Joürdyi*, du Dinantien sud-oranais et peut-être aussi de Perse. *Spiriferella* Tschernychew correspond à des Spiriférines sans septum médian, ni tube, dont il a, provenant de la Steppe Kirghize et probablement de l'Ouralien, une grande espèce nouvelle *S. Clausi*, qui lui per-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

met de mieux définir les caractères du genre. Avec *Derbya* WAAGEN, étudié sur des échantillons de la Salt Range, c'est une question de fixation qui est évoquée. Il s'agit de Brachiopodes à charnière droite comme chez les *Strophomena*, mais à crochet assez fort et irrégulier comme dans *Streptorhynchus*, genre pourvu d'un septum médian qui manque dans *Derbya*. Le crochet irrégulier de ces formes montre une surface de fixation, une troncature apicale, comme certaines Gryphées. Mais est-ce bien là l'indice d'une fixation directe? H. Douvillé ne le croit pas, car, accrochées sur ses échantillons de *D. grandis*, il observe de très jeunes coquilles pourvues de longues épines rampant sur le support, épines creuses, ouvertes vers l'intérieur et correspondant sans doute à des prolongements du manteau. Cette fixation par des épines pourrait établir une parenté entre les Strophoménidés, plus généralement les Orthisidés d'une part, et les Productidés de l'autre. Les Productidés seraient devenus *leptænoïdes*, avec grande valve creuse, tandis que l'autre s'aplatit et même devient extérieurement concave, par suite d'une vie sur des fonds vaseux, à la manière des Gryphées et de certains Peignes chez les Lamellibranches.

Brachiopodes mésozoïques : Térébratulidés.

Dans le Secondaire, depuis le Lias jusque dans le Jurassique supérieur, les Brachiopodes ont retenu beaucoup plus longuement H. Douvillé. Quasi tous ses travaux sur le Bassin de Paris en déterminent, en révisent et créent parfois des espèces nouvelles, telle *Rhynchonella amplâ*, du gr. de *R. Hopkinsi*, dans le Callovien de la Creuse [49]. De même, dans les pays exotiques.

Les acquisitions paléontologiques, souvent fondamentales, sont surtout relatives aux Térébratules, comprises au sens large, et il y a lieu de s'y arrêter en se reportant surtout à trois publications. Dans la première [33], il essaye, incité par Bayle, d'établir de bonnes coupures, de bons genres ou sous-genres, dont beaucoup sont nouveaux. La seconde [57] complète la précédente et surtout reprend de nombreuses espèces du Jurassique parisien. Un troisième mémoire enfin, celui de Moghara [324], crée encore un genre nouveau. Tout cela coordonné fournit, une fois de plus, un tableau clair et suggestif.

Quelques données préliminaires sont d'abord rappelées et précisées sur les caractères internes et externes.

A l'intérieur, il attachera, comme les auteurs qui l'ont précédé, une grande importance à l'appareil brachial ou appareil

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

apophysaire, tout en sachant bien que son développement peut s'arrêter plus tôt dans certains genres que chez d'autres. C'est ainsi que les Térébratulines, à pointes crurales soudées, sont plus évoluées que les Térébratules, où ces pointes restent distinctes. Dans les Waldheimiidés, qu'il vaut mieux appeler Magellaniidés ainsi qu'on verra plus loin, et qui sont des Térébratules à septum médian à la petite valve, certains genres, en général de petite taille, tels que *Magas*, *Megerlea*, etc., ont encore l'appareil brachial soudé au septum, alors qu'il en est complètement indépendant dans l'adulte des *Magellania*.

Pour l'établissement d'une grande coupure en deux familles, Térébratulidés d'une part, Magellaniidés de l'autre, il avait adopté tout d'abord [33] la longueur de l'appareil brachial. Celui-ci est relativement court chez les Térébratulidés. Indépendamment des pointes crurales, on y voit deux apophyses, deux branches descendantes qui se réunissent suivant un *pont* transversal au plan médian. Cet appareil court est en relation avec le collier nerveux périœsophagien. Dans les Magellaniidés, l'appareil brachial s'étend beaucoup plus loin, jusqu'au voisinage du bord frontal. Le pont restant vers le milieu de la coquille, l'appareil comprend une bandelette de chaque côté, avec deux branches, l'une descendante ou décurrente à partir des cruras, l'autre ascendante ou récurrente, qui remonte au pont. Ainsi, l'appareil ne reste pas seulement au voisinage du collier nerveux ; les branches accompagnent les deux anses latérales des bras spiraux et interviennent pour les soutenir. La coupure établie d'après la longueur de l'appareil brachial reste valable dans l'ensemble. Toutefois, comme chez certains Térébratulidés, en particulier dans le genre *Dictyothyris* qui sera défini plus loin, l'appareil brachial peut atteindre les deux tiers de la longueur. H. Douvillé accepte [57] la suggestion d'Eug. Deslongchamps d'utiliser plutôt le septum médian de la petite valve, absent chez les Térébratulidés et présent chez les Magellaniidés.

Pour la forme extérieure des Térébratules, H. Douvillé est revenu souvent sur la disposition des plis et des sillons et sur l'allure de la commissure frontale. Ainsi sont ordonnés et simplifiés beaucoup de termes anciens de Léopold de Buch, l'auteur qui a le plus insisté sur des caractères de cette nature.

Chez *Dielasma* King, Térébratules du Primaire à cloisons rostrales mais probablement sans septum, on a, dit-il [324], la disposition la plus simple : la commissure frontale est seulement relevée vers la petite valve.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Ultérieurement, les dispositions peuvent se ranger autour de trois types principaux [33].

Une première est celle des *biplicatæ*, des biplissées, où le bourrelet médian de la petite valve se divise en deux plis convexes séparés par un sinus médian. Le sinus médian peut disparaître ; les deux plis se rejoignent alors, pour donner secondairement un seul pli, une seule carène médiane. C'est ce qui se réalise par exemple dans les Térébratules jurassiques dont il fait le groupe des *insignes*, groupe artificiel mais commode pour grouper les espèces [57].

Le second type est celui des *antiplicatæ*, dites encore formes à plis inverses, ou simplement formes inverses. Un fort bourrelet médian sur la petite valve, s'accompagne de chaque côté d'un pli concave, aigu, comme chez les *Spirifer* et chez beaucoup de Térébratelles. C'est ce qui se passe dans le genre *Dictyothyris*. La grande valve a une disposition complémentaire, c'est-à-dire une dépression médiane, bordée de chaque côté par un pli aigu. Les deux sillons de la petite valve peuvent se rejoindre au milieu de la coquille en faisant disparaître le bourrelet médian, et la commissure devient concave en son milieu. Cette disposition correspond aux *nucleatæ*. On la rencontre par exemple chez *Glossothyris* où, par surcroît, à la dépression médiane de la petite valve correspond vers la commissure une langue qui se développe et se courbe perpendiculairement au plan de jonction des deux valves.

Le troisième grand type est celui des *cinctæ*, où les plis ne sont plus complémentaires aux deux valves, mais symétriques par rapport au plan de la commissure. Celle-ci est plane et les plis peuvent disparaître. C'est au moins ainsi qu'initialement [33], H. Douvillé définit les *cinctæ*. Dans la seconde note [57], il est moins affirmatif. A propos du genre *Zeilleria*, il remarque que la commissure, plane en général, peut exceptionnellement être relevée du côté de la petite valve, comme dans les insignes.

Jusqu'ici, à propos de l'ornementation de surface, il n'a été question que de *plis principaux*, au nombre maximum de deux sur l'une ou l'autre valve. Il peut s'y ajouter des *plis secondaires*, en nombre variable tant sur la région médiane que sur les ailes latérales. Un bon exemple est fourni par ceux de la partie frontale de *Magellania flavescens*.

Après ce qui précède nous pouvons aborder les tribus et les genres distingués par H. Douvillé dans les deux familles des Térébratulidés et des Magellaniidés.

La première comprend deux tribus : les Térébratulinés et les Térébratulés.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Les Térébratulinés comprennent d'abord le genre *Terebratulina* d'Orb. (type *T. caput serpentis* Linné sp., des mers actuelles en Norvège, dans l'Atlantique et en Méditerranée, ainsi que du Pliocène et même du Miocène européen). Chez l'adulte, nous savons que les cruras sont soudées. La ligne cardinale est rectiligne; inférieurement, sous les fossettes dentales, le plateau cardinal de la petite valve est également élargi et celle-ci montre extérieurement de chaque côté une oreillette. Sur le crochet de la grande valve, une aréa est nettement délimitée. L'ornementation est aussi très caractéristique, avec de fines côtes dichotomes, perlées à la rencontre des stries d'accroissement. C'est à peu près tout ce qu'en dit H. Douvillé. Il insiste davantage sur le genre *Disculina* Eug. Desl. qui l'intéresse à propos du Jurassique et dont il révise les caractères [57]. Ce sont de petites formes, à longue ligne cardinale, et petite valve en général aplatie. Le type est fourni par *D. hæmispherica* Sow. de la grande Oolithe bathonienne d'Angleterre ; de bons exemplaires lui montrent qu'à la petite valve le processus cardinal médian, ou apophyse calcanéenne, est subdivisé en deux pointes que Deslongchamps a confondues avec des pièces deltidiales ; au delà, de chaque côté, il y a encore une autre saillie encore plus écartée que chez *Terebratulina*. Deux autres espèces sont mentionnées : *D. disculus* Eug. Desl. du Corallien inférieur d'Ecommoy dans la Sarthe et *D. tenuicosta* Etallon des calcaires crayeux de Bourges, de Tonnerre et aussi de Valfin. Chez cette dernière, la petite valve n'est plane que chez le jeune et l'adulte, où elle est plus convexe, rappelle davantage les Térébratulines que les précédentes.

Dans la tribu des Térébratulés, le genre central est *Terebratula* Klein (type *T. simplex* Klein = *T. terebratula* Linné, du Pliocène d'Italie). Il s'agit de biplissées typiques, particulièrement abondantes dans le Jurassique, où elles sont difficiles à séparer en espèces distinctes à travers des variations ou des mutations qui portent sur la forme plus ou moins élargie, plus ou moins allongée, sur des plis plus ou moins décidés et séparés, ou bien encore réunis comme dans le groupe des insignes. H. Douvillé précise, autant qu'il le peut, les principales formes qu'il a eues du Jurassique supérieur et que nous ne saurions mentionner ici. C'est là un essai intéressant, qui serait peut-être utilement repris avec des séries nombreuses, bien repérées aussi bien quant au niveau qu'au faciès, ainsi que Paul Fallot et moi-même, nous avons essayé de le faire, pour les Rhynchonelles du Crétacé inférieur du Sud-Est de la France.

Des vraies Térébratules, biplissées ou insignes, il sépare le

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

genre *Liothyris*, nom préemployé qu'Œhlert a remplacé par *Liothyrina*. Le type est une espèce actuelle de la Méditerranée et de l'Atlantique, ainsi que du Pliocène et du Miocène, *L. vitrea* Born sp. La coquille est lisse, du groupe des *cinctæ*, mais sans septum. Des formes analogues se rencontreraient plus bas, dans le Tertiaire et le Crétacé supérieur, « bien difficiles parfois à séparer des Térébratules à plis très atténués ».

Beaucoup plus nets et opportuns, dans le Jurassique supérieur et le Néocomien, sont les deux genres nouveaux *Dictyothyris* et *Glossothyris* [33], qu'ont maintenus les auteurs, le second donnant les *Pygope* ou *Térébratules trouées*.

Les *Dictyothyris* (type *D. coarctata* Park. sp.) sont de jolies Térébratules, souvent pentagonales, antiplissées, à disposition inverse, c'est-à-dire pourvues à la petite valve, comme nous l'avons dit, d'un fort bourrelet médian, encadré de deux sillons aigus. A la grande valve, nous savons que la disposition est complémentaire. L'ornementation, presque toujours visible, au moins à la loupe, comporte des côtes fines avec des épines creuses au croisement des stries d'accroissement, d'où « l'allure remarquablement réticulée du test » qui a fait choisir le nom du genre. H. Douvillé revoit [57] toutes les espèces qu'il a eues entre les mains, depuis des « types préliminaires ou précurseurs » du Bajocien, *D. Morierei* et *D. hybrida* Eug. Desl., qui rappellent le jeune de la belle espèce du Bathonien supérieur, *D. coarctata*, jusqu'à des formes moins bien connues du Jurassique supérieur. Il a examiné aussi, après Eugène Deslongchamps, de très jeunes *D. coarctata* des marnes d'Hérouvillette dans le Calvados, et constaté que si l'ornementation réticulée se dessine dès la première strie d'accroissement, par contre jusqu'à la longueur de 5 mm., la petite valve comporte un sillon médian et c'est seulement à partir de cette longueur que le bourrelet apparaît au fond de ce sillon médian.

Glossothyris (type *G. nucleolata* Schloth. sp.) comprend des Térébratules également antiplissées, mais *nucleolatæ*, c'est-à-dire avec disparition du bourrelet médian et développement à la petite valve de la langue médiane dont nous avons parlé. Le genre est surtout méditerranéen. Il se rencontre dans le Jura allemand et dans le Midi de la France, aussi bien au Jurassique supérieur qu'au Néocomien. Il ne fait qu'une incursion dans le Bassin de Paris, par exemple au niveau des couches à Spongiaires à *Am. canaliculatus* de l'Indre, précisément avec l'espèce type *G. nucleolata*. Dans le Jurassique terminal méditerranéen, à l'Echaillon, H. Douvillé signale [57] une autre espèce *G. sub-*

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

canalis MÜNST sp., décrite à Stramberg ; son intérêt est de présenter encore un bourrelet médian à la petite valve, correspondant sur la grande à une dépression limitée par deux arêtes saillantes ; la disposition se retrouve chez *Pygope diphyoides*, ce qui fournit l'occasion de remarquer les « liaisons intimes » des *Pygope* aussi bien avec *Dictyothyris* qu'avec *Glossothyris*.

Les *Pygope* LINK (type : *P. triquetra* PARK. = *Terebratula diphya* auct.) dérivent des *Glossothyris*. La langue recourbée de la petite valve entrave le développement médian, tandis que les deux ailes s'étalent et peuvent arriver à se rejoindre pour donner des Térébratules vraiment trouées.

Au genres précédents, *Terebratula*, *Liothyrina* si l'on veut, *Dictyothyris*, *Glossothyris* et *Pygope*, H. Douvillé en ajoute tardivement un nouveau, *Parathyris*, établi sur des fossiles bajociens du Moghara [324], avec deux espèces nouvelles : *P. plicatoides* et *P. plicatissima*. La particularité de ces Térébratules sans septum est d'offrir l'ornementation des *Magellania*. Sur un type antiplissé, le bourrelet médian montre des plis secondaires vers la commissure, 5 dans la première espèce, 3 dans la seconde. Des plis secondaires se rencontrent aussi sur les ailes.

Arrivant aux Térébratules à septum, il y a d'abord à mettre à part le genre *Cœnothyris*, du Trias, créé par H. Douvillé [33] pour *T. vulgaris*, l'espèce si commune du Muschelkalk, d'où le nom du genre. L'appareil brachial, relativement court, est assez particulier : les apophyses, plus dégagées que d'habitude du plateau cardinal, en sont séparées par une fente qui n'existe pas chez les autres Térébratules ; dans le bas, par contre, « elles sont réunies l'une à l'autre par une plaque en forme de sternum qui vient s'appuyer sur un septum bien développé ».

Dans les Magellaniidés proprement dits, trois genres, ayant des représentants actuels ou récents, sont rapidement mentionnés. *Macandrewia* KING (type : *M. crassum* MÜLLER, des côtes de Scandinavie et des profondeurs plus grandes dans l'Atlantique Nord, rencontré aussi dans le Pliocène) correspond à de petits Brachiopodes où le septum se réduit à un pilier médian qui peut même disparaître dans l'adulte. *M. flavescens*, l'espèce bien connue et souvent étudiée des mers actuelles, est le type du genre *Magellania*, centre de la famille. Ce nom de *Magellania* a été proposé par Bayle en 1880 ; il est destiné à remplacer celui de *Waldheimia* KING 1850, malheureusement préemployé par Brullé en 1835 pour un Lépidoptère. H. Douvillé s'est longtemps servi du nom de *Waldheimia* et de celui de Waldheimiidé pour la

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

famille. Mais il vaut mieux, ainsi que nous l'avons fait dès le début en suivant Œhlert et aussi tous les auteurs contemporains, adopter celui de *Magellania*. Des *Magellania* franches, H. Douvillé [33] détache, sous le nom de *Neothyris*, les formes lisses, non plissées, à commissure rectiligne, telles que *N. lenticularis* Desh. sp., des mers actuelles, en particulier en Nouvelle-Zélande.

Les types plus anciens, notamment jurassiques, se distinguent par la présence de cloisons rostrales, caractère primitif qui ne se rencontre plus dans les Magellaniidés plus récents.

Plesiothyris est proposé par H. Douvillé pour des formes nettement biplissées, disposition rare chez les Magellaniidés (type : *P. Verneuili* Eug. Desl. sp. du Lias moyen d'Espagne).

Aulacothyris correspond à la réalisation *nucleatæ* chez les Térébratules à septum, c'est-à-dire présente un sillon médian à la petite valve, déprimant la commissure en avant (type : *A. resupinata* Sow. sp. du Lias moyen anglais).

Zeilleria Bayle (*Z. cornuta* Sow. sp. du Lias moyen) correspond à la plupart des *cinctæ*, c'est-à-dire des Térébratules où les deux valves sont symétriques, soit avec des plis nets (*Z. quadrifida*, etc.), soit lisses (*Z. numismalis*). Exceptionnellement, la commissure peut, ainsi que nous l'avons dit, montrer un relèvement vers la petite valve comme dans les insignes ; mais on les en distinguera toujours par la présence du septum et des cloisons rostrales. Les *Zeilleria* sont extrêmement communes dans le Jurassique et H. Douvillé en cite souvent et en révise des espèces que, pas plus que pour les Térébratules, nous ne retiendrons ici. Indiquons toutefois la distinction [16, 57] de deux d'entre elles : *Z. Egena* Bayle et *Z. humeralis* Roem. sp., la seconde ayant une valve perforée plus nettement convexe et carénée dans la partie médiane, un crochet plus petit et plus recourbé, une petite valve plus aplatie. Il s'agirait, au moins pour le Bassin de Paris, de formes qui se mettent en série, de mutations, la première bien typique dans l'Astartien inférieur, la seconde dans l'Astartien supérieur et le Ptérocerien.

Eudesia King 1850, enfin, a pour type *E. cardium* Link, la jolie coquille du Bathonien où les plis secondaires, nombreux et accusés, masquent toute disposition initiale et où la commissure est plane. Cependant, dit-il dès 1879 [33], certains échantillons exceptionnels figurés par Davidson, montrent qu'il s'agit d'*antiplicatæ*. Il revient sur la question à propos du Moghara [324]. Dans le Bathonien, il y rencontre *E. cardium*, mais aussi une espèce nouvelle, *E. cardioides*, mutation plus vigoureuse-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

ment ornée, subsistant peut-être dans le Callovien, qui a l'intérêt d'accentuer la disposition antiplissée avec 3 plis secondaires médians, dont les deux latéraux se dédoublent vers la commissure et sont bordés extérieurement par un pli creux plus profond que les autres. C'est une disposition *Magellania*, comme chez *Parathyris* du même Moghara, mais qui est réalisée ici sur une Térébratule à septum et à cloisons rostrales.

Tous les Magellaniidés précédents peuvent se grouper en une tribu, où, chez l'adulte, les apophyses brachiales sont complètement dégagées du septum. Cette tribu, qui peut être dite des Magelliinés, serait à distinguer de celle des Térébratellinés, du genre *Terebratella*, où les apophyses continuent chez l'adulte « à s'appuyer sur le septum ». Beaucoup d'auteurs ont insisté sur cette disposition embryonnaire. H. Douvillé ne dit que quelques mots des Térébratelles, à propos notamment [57] d'une espèce nouvelle, *T. Guillieri* de l'Oxfordien supérieur d'Écommoy dans la Sarthe.

IV. LAMELLIBRANCHES AUTRES QUE LES RUDISTES

H. Douvillé a écrit lui-même [266] : « le groupe que j'ai le plus complètement étudié est celui des Mollusques bivalves ou lamellibranches ». Il a toujours eu pour eux une prédilection, car c'est à leur propos qu'il a acquis, puis le mieux étayé, ses conceptions sur l'évolution. Elles s'amorcent déjà avec les pénétrantes analyses des travaux de l'année, données de 1888 à 1893 à l'Annuaire géologique du Dr Dagincourt [63, 70, 83, 93, 95], où il s'arrête par exemple longuement sur la classification classique de Neumayr. Ensuite, dans ses travaux personnels, interviennent toutes les formes, sans parler des Rudistes qui seront traités à part. Avant d'aborder les groupes, nous nous étendrons assez longuement, sans souci de l'ordre chronologique des publications, sur nombre de considérations d'une portée générale.

Généralités

Valeur des caractères.

Constamment à la recherche de classifications naturelles, c'est-à-dire, dans son esprit, de classifications phylogéniques [124], il essaye progressivement de démêler la valeur des caractères, en apportant bien entendu à leur emploi les tempéraments que dis-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

cerne un vrai naturaliste, tel caractère pouvant changer de portée, de valeur dans le temps, ainsi qu'il s'en est aperçu à maintes reprises. Il définit [278, 279] ce qu'il appelle des caractères évolutifs, des caractères adaptatifs et des caractères statifs. Les premiers, les *caractères évolutifs*, se manifestent « indistinctement sur les différents rameaux à une époque plus ou moins tardive » ; ils persistent définitivement une fois acquis. Tels seraient les caractères tirés de la nature de la coquille, avec des couches internes qui sont nacrées à l'origine, porcelanées par la suite. Tels seraient certains de ceux tirés de la considération des parties molles, par exemple des branchies, quoique Fischer, Pelseneer et d'autres s'en soient servis pour dresser une classification, que H. Douvillé trouve peu naturelle. Les *caractères adaptatifs* tiennent au mode de vie ; ce sera là un thème constant et nous en verrons des exemples répétés, portant surtout sur la forme de la coquille, en rapport avec la vie libre et le mode de déplacement, avec la vie cavicole, fouisseuse ou perforante, ou bien encore avec les différentes sortes de fixation, etc. Ainsi, par suite d'une adaptation déterminée, se produisent des convergences trompeuses, conduisant à créer de mauvais groupements, des « genres-fagots », c'est-à-dire ceux qui rassemblent artificiellement des rameaux d'origine différente. Les *caractères statifs* enfin sont « ceux qui persistent ou se modifient plus lentement ». Pour les Lamellibranches, s'inspirant des travaux de Neumayr et de ceux de Munier-Chalmas et Félix Bernard, il les trouve surtout dans la charnière, dont les différents types, encore qu'ils évoluent eux-mêmes, fournissent des fils conducteurs qui sont parmi les meilleurs pour rétablir la phylogénie.

Nature du test.

Abordant la coquille, nous considérons d'abord la constitution du test. H. Douvillé est parti [279] d'un travail de Tylho Tulberg et il a longtemps vécu sur ses données. A l'extérieur, la coquille est revêtue par une couche de conchyoline, le *periostracum* ou *drap marin*, ou encore *épiderme*, qui, sur le bord ventral, se recourbe vers l'intérieur et est sécrété dans un repli du manteau. A l'abri du périostracum, la coquille se forme et s'accroît périphériquement de la manière suivante : un mucus, sécrété par le manteau, est chargé « de granules de carbonate de chaux qui grossissent peu à peu, arrivent en contact et constituent des prismes polygonaux séparés par de minces couches de mucus concrété ». Ainsi se forme la *couche externe*, dite encore *prismatique*, bien déve-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

loppée chez les Pinnes, les Inocérames, etc. Mais, à l'intérieur de la coquille et sur toute sa surface interne, celle-ci s'accroît en épaisseur. Le manteau y « sécrète également du calcaire, mais sous forme de minces lamelles superposées, plus ou moins imprégnées de conchyoline ». C'est ainsi que se produisent d'autres couches, les *couches internes*, tantôt *nacrées*, tantôt *porcelanées*, la différence d'éclat tenant à la minceur plus ou moins grande des lames élémentaires du dépôt.

Très longtemps, H. Douvillé a utilisé la distinction des couches externes et des couches internes ; à propos des Rudistes en particulier, il en parle continuellement. Sur la fin de sa vie toutefois, la coquille des Huîtres l'a amené à des vues différentes.

Déjà en 1907, à propos des Vulselles [218], il avait repris la structure de la coquille d'*O. edulis*, qui n'a ni insertion palléale, ni épiderme. Les couches internes, lamelleuses, laissant parfois entre elles dans le centre de la grande valve des espaces vides, appelés chambres à eau, se prolongent jusqu'au bord externe. « En dehors de l'impression musculaire, on distingue entre les couches lamelleuses une substance moins dense, plus blanche, qui, examinée au microscope, se montre traversée par des cloisons formées de tissu plus résistant et qui la divisent en prismes polygonaux ». Ainsi, des couches prismatiques, encore plus développées chez les Pycnodontes que chez *O. edulis*, se forment d'une manière différente des couches prismatiques habituelles.

En 1936, dans ses deux dernières notes [462, 463], qui amorçaient sans doute un mémoire plus étendu, il revient sur la question. Dans la grande valve d'*O. edulis* on peut distinguer : au centre, une couche transparente — il vaudrait mieux dire une *zone transparente* — et à la périphérie, une couche ou *zone blanche*. Tout cela est lamelleux, mais dans la zone blanche, entre les lamelles, se déposent des impuretés ou des lamelles dressées et entrecroisées, telles que L. Cayeux en a signalé dans les couches *internes* de bien d'autres genres. La zone blanche, périphérique, se développerait pendant la période d'activité les mois en R — ceux qui sont consacrés à la reproduction. Sur la petite valve on trouve à la périphérie une *zone brune*, dans laquelle se prolongent toujours les lamelles du centre, mais ici beaucoup plus riches en matière organique ; en outre, à la face interne de ces lamelles, on voit un réseau polygonal à mailles creuses, en nid d'abeille. Pour les Pycnodontes, notamment pour *O. cochlear* actuel, qui vit dans des conditions plus profondes que le groupe d'*O. edulis* et économise peut-être le calcaire, il y a exagération entre les lamelles de la disposition celluleuse.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Finalement ces constatations conduisent H. Douvillé à reprendre la structure de la coquille des Rudistes. Tant bien que mal, pour ceux qui sont encore proches des Bivalves ordinaires, *Diceras*, Réquiénies, Monopleures et Caprines, il reconnaît encore des couches externes normales ; mais il rejette l'existence de celles-ci chez les autres, surtout chez les Radiolites. Là, une structure pseudoprismatique, celluleuse, bien connue entre des lamelles parallèles, lui paraît être l'équivalent de la couche brune des Huîtres, c'est-à-dire ne pouvoir en définitive être distinguée comme couche externe.

Ligament.

Le *ligament* [279, 304] est, comme l'*épiderme*, une sécrétion de conchyoline élastique au contact du milieu extérieur. Il se forme sur la région dorsale, entre les deux valves, dans la partie où les deux lobes du manteau sont réunis.

Chez les types anciens à charnière droite, il existe sur toute la longueur de celle-ci et est dit *amphidète* ; c'est le cas pour les Ptérinéidés du Primaire, pour les Arcidés, etc. Chez les Arcidés, le ligament, prenant un grand développement tangentiel, centripète, il se forme de grandes aréas triangulaires sous les crochets ; le ligament y est renforcé suivant des chevrons, dont la bissectrice se place suivant le plan passant par les crochets et perpendiculaire à la charnière. Parfois le ligament se renforce seulement suivant sa partie médiane ; il s'y calcifie et l'on obtient le *cartilage* qui se traduit par une dépression, par une fossette médiane dans l'aréa ligamentaire. Il en est ainsi chez les Avicules, les Limes et les Huîtres. Chez les *Pecten*, le cartilage se développe surtout vers l'intérieur ; dans les Spondyles il devient même interne, les parties latérales ne se développant guère que sur la valve fixée, seule ainsi à posséder une aréa. Le ligament peut se réduire au cartilage devenu interne, par exemple chez les Nucules dans les Taxodontes et chez les Plicatules dans les Pectinidés. Revenant aux Aviculidés, plusieurs cas sont possibles. La fossette habituelle du ligament restant à peu près normale à la charnière, il naît sur la partie postérieure d'autres fossettes d'insertion, séparées par des parties planes ; c'est le cas du ligament dit *à insertions multiples* des Pernes et des Gervillies, à distinguer soigneusement de celui des Aucelles et des Inocérames, comme l'on verra plus loin. Dans d'autres cas, le côté postérieur du ligament étant le plus développé, celui-ci est dit *opisthodète* ; mais il comprend encore trois parties, dont la moyenne correspond

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

toujours au cartilage. La disposition opisthodète se rencontre chez toutes les coquilles à bord dorsal arrondi ou encore à charnière courbe. C'est le cas pour la plupart des Hétérodontes, où il y a des particularités ayant entraîné des dénominations spéciales. Des trois parties, l'antérieure, c'est le *ligament primitif* de Munier-Chalmas ; la médiane, celle du cartilage, se fixe sur des renforcements de la coquille, appelés *nymphes ligamentaires* ; la troisième s'enfonce dans un profond sillon ligamentaire, dit encore *fossette secondaire* par Félix Bernard ; on en verra ultérieurement l'intérêt pour la discrimination des dents antérieures et postérieures dans la charnière. Chez les formes opisthodètes à bord dorsal arrondi, la croissance est parfois rapide ; n'étant plus alors fonctionnel que dans ses parties récentes, le ligament se craquèle et se détruit en avant ; ainsi les crochets ne sont plus retenus et peuvent s'écarter comme dans les Isocardes et mieux encore chez les *Diceras* et autres Rudistes où les valves prennent la forme de cornes tordues.

Le ligament peut enfin devenir interne chez les Crassatelles et les Mactres ; mais, à la différence des Spondyles et des Nucules, ce n'est plus alors le cartilage, mais bien le sillon ligamentaire, ou fossette secondaire, qui gagne vers l'intérieur.

Pour les Inocérames, H. Douvillé les conçoit avec un ligament opisthodète, dont l'aréa — il vaudrait mieux dire l'insertion du cartilage — présente de simples ondulations mal délimitées ; les distinguant ainsi des Pernes, il fait descendre ces Bivalves, qu'il considère comme crétacés, des Aucelles du Jurassique et du Crétacé inférieur, par atrophie complète de l'aile antérieure et disparition du byssus, devenu inutile « par suite d'un affaissement brusque, amenant l'animal à vivre sur un fond de vase fine, rendant toute fixation impossible ».

Forme de la coquille et mode de vie.

Pour la forme de la coquille, le développement des muscles et l'allure de l'impression palléale, H. Douvillé fait jouer continuellement le mode de vie. Il s'agit bien alors de caractères adaptatifs.

Dans la vie active, l'animal, rampant sur un pied ventral à peu près médian, aura une coquille équivalve et équilatérale, dite encore normale [279] ; l'animal lui-même est dit *orthoconque horizontal* [219]. Mais « si l'eau est suffisamment aérée et chargée de particules nutritives », l'animal n'a plus à rechercher sa nourriture et le Bivalve peut se fixer. Trois modes de fixation

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

sont invoqués : la fixation pédieuse, la fixation byssale et la fixation directe.

De la *fixation pédieuse,* directement par le pied qui sécréterait « une matière molle, sorte de colle », fixation qui donnerait une coquille échancrée dans la région du pied, plus développée dans la région postérieure et comme telle inéquilatérale, H. Douvillé ne fournit guère d'exemple précis ; il parle plutôt [302] de byssus court, sans bien distinguer le cas de l'adhérence directe du pied par sa sole.

Par contre, un grand rôle est attribué à la *fixation byssale*, c'est-à-dire par des filaments que sécrètent des glandes individualisées et groupées dans le pied. Si ces filaments sont relativement longs, si le byssus est filiforme, la coquille sera ballotée et entraînée vers l'arrière dans le sens du courant ; le byssus et le pied presseront sur le muscle antérieur, qui commence par diminuer d'importance par rapport au muscle postérieur, puis finit par disparaître ; en même temps il y a réduction de toute la partie antérieure de l'animal. C'est ainsi que se seraient individualisés, à une date « très ancienne » [366], les Anisomyaires, puis les Monomyaires, les deux constituant le grand ensemble naturel dont Neumayr avait fait antérieurement ses Dysodontes. Ces Bivalves, à charnière réduite ou irrégulière, sont bien réalisés, déjà bien séparés des autres Lamellibranches et même tranchés en groupes indépendants, au début du Secondaire.

Mais le processus a joué sans doute à d'autres reprises. Les Tridacnes, monomyaires, peuvent, ainsi que l'ont soupçonné P. Fischer et aussi Munier-Chalmas, dériver de cette manière des *Cardium* par l'intermédiaire des *Lithocardium* de l'Éocène et des *Byssocardium* du Tertiaire.

Un autre exemple est fourni par les Myoconques, coquilles du Secondaire, parfois grandes, à formes de Modioles, que H. Douvillé a l'occasion de signaler dans le Bajocien et dans l'Oxfordien du Moghara [324]. Il tend [302] à les faire dériver, dès le Primaire, d'animaux plus ou moins voisins des *Megalodon.*

Dans le Tertiaire, nouvel exemple fourni par les « Moules d'eau douce », *Congeria* et *Dreissensia*, plus trompeuses encore, puisque beaucoup d'auteurs les ont rangées franchement dans les Anisomyaires. Or, si chez les Congéries, exclusivement fossiles, l'animal est inconnu et, si, à la disparition près d'une dernière dent, la coquille rappelle celle des Myoconques, *Dreissensia* a, par contre, encore des représentants vivants ; or la coquille n'y est pas nacrée comme chez les Moules et surtout, elle renferme « un animal typique d'Hétérodonte, avec lobes du manteau

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

soudés et présentant les trois ouvertures normales ». *Dreissensia* peut dériver des Astartes [366].

Une fixation byssale bien particulière est la *fixation byssale courte* des Anomies [366]. « Sur un fond de sable ou de vase, où les points d'appui solides font défaut, l'animal ne peut guère se fixer que sur des coquilles plus ou moins roulées par les courants » ; le jeune se cramponne et se colle sur son appui ; il n'y réussit que par un byssus très court et très robuste. L'animal est couché sur sa valve droite ; le byssus y fait obstacle au développement de la partie antérieure ; par contre, la partie postérieure s'allonge, s'élargit, contourne le byssus et vient rejoindre la partie antérieure, aboutissant ainsi à une valve trouée ; en même temps le byssus se calcifie et donne la *cheville* des Anomies. Ces Anomies seraient polyphylétiques : c'est là un bon exemple de « groupe-fagot », dans lequel il faudrait distinguer au moins trois ensembles. I. Les véritables Anomies (gr. d'*A. ephippium*, forme actuelle) ont une coquille très mince, une valve supérieure capuloïde et une valve inférieure se moulant sur l'appui, non fermée à l'avant. Pour leur origine, on peut se demander si, par les *Placunopsis*, il ne faut pas les remonter jusqu'aux *Pseudomonotis* du Trias. De ce faisceau se détachent dans l'Éocène de l'Afrique du Nord les *Carolia* [358], à propos desquelles sont évoquées des considérations déjà ébauchées par P. Fischer, menant des Anomies aux Placunes, celles-ci de l'époque actuelle et redevenues libres, au moins à l'état adulte. II. Le deuxième groupe, actuel, celui des *Placunanomia*, à coquille nacrée et très épaisse, peut se remonter au Crétacé et rappelle les Avicules. III. Le troisième enfin, celui des *Pulvinites* de la Craie supérieure et des *Hypotrema* du Corallien de France, avec son ligament multiple, se rattache incontestablement aux Pernes.

Le troisième mode de fixation est celui dit de la *soudure directe*. Il dériverait de la fixation pédieuse, après laquelle l'animal se couche sur l'une ou l'autre valve et d'orthoconque, avec une coquille équivalve, devient *pleuroconque*, avec une coquille inéquivalve. « Au moment de la croissance, le bord de la coquille encore mou est pris entre le pied et le support ; il se moule sur ce dernier et se colle à lui par le périostracum. » Nous verrons bien des modifications entraînées ainsi dans la forme, par exemple chez les Huîtres, les Pectinidés, et surtout chez les Rudistes.

Comme modes de vie intéressants, qui ne dérivent plus de la fixation, mais entraînent tout de même une immobilisation plus ou moins poussée, sans parler pour le moment des Vulselles parasites ou commensales des Éponges, il y a ce que H. Douvillé

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

appelle la *station tubicole* ou *cavicole*, pour des animaux fouisseurs ou perforants « qui ne quittent plus l'abri, la cavité qu'ils se sont creusés ». L'animal a pris une station verticale ; il est devenu *orthoconque vertical* ; la coquille, toujours équivalve, est par contre inéquilatérale, bâillante à l'arrière pour le passage des siphons dont la contractibilité et le développement plus ou moins grands règlent l'importance du sinus palléal ; elle est parfois bâillante aussi à l'avant pour le passage du pied fouisseur. La charnière, où les dents deviennent inutiles, se modifie profondément. Dans tout cela se démêlent des étapes, avec parfois aussi des retours à la vie libre, avec *sécularisation*, suivant une expression pittoresque. Ces thèmes joueront dans l'étude des cavicoles, des Desmodontes de Neumayr, aussi bien que pour d'autres Lamellibranches.

Premières considérations sur la charnière

Relativement à la nomenclature des éléments de la *charnière*, au début, ainsi qu'on le verra à propos des Rudistes, Douvillé était resté purement descriptif. Mais, par la suite et à partir de 1896 [103], il adopte les vues de Munier-Chalmas et de Félix Bernard, dans le but d'examiner les questions avec un souci plus génétique.

Rappelons dès à présent quelques notions indipensables. Il y a deux catégories de charnières. La première, sans doute la plus ancienne, correspond aux charnières *multidentées*, avec nombreuses dents semblables en série linéaire ; c'est celle des *Taxodontes* de Neumayr, lesquels Taxodontes ont pu donner les *Anisomyaires* à charnière irrégulière, sans dents véritables et le plus souvent réduite au ligament, *dysodonte* suivant le terme de Neumayr. La seconde catégorie correspond aux charnières *paucidentées*. Les études ontogénétiques de Munier-Chalmas et de Félix Bernard les font dériver de *4 lamelles*, notées I et III à la valve droite, de l'intérieur à l'extérieur, II et IV à la valve gauche, les lamelles alternant d'une valve à l'autre. De ces lamelles initiales proviennent des *dents cardinales*, ou encore *ligamentaires*, au centre de la charnière, et des *dents latérales*, ou encore *musculaires*, voisines des muscles, dites *latérales antérieures* à l'avant, *latérales postérieures* à l'arrière, en arrière du ligament. Ces dents de deux sortes justifient la désignation d'Hétérodontes adoptée par Neumayr pour la plupart de ces Bivalves, à propos desquels le détail des notations sera ultérieurement précisé. Certaines charnières des fouisseurs, des cavicoles,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

les Desmodontes de Neumayr, sont spéciales ; d'autres dérivent des Hétérodontes, ainsi qu'il sera vu par la suite.

Si l'on arrive enfin à la classification, H. Douvillé n'a jamais été un pur systématicien. Ce sont surtout les adaptations qui l'intéressent ; il s'attache aux types singuliers et à leur origine phylétique, comme nous l'avons vu déjà, par exemple à propos des Anomies. Ainsi, quoiqu'il fasse souvent allusion à des classifications plus ou moins détaillées [124, 278, 279], souvent modifiées du reste, il n'a pas abouti à un tableau véritablement complet, qui serait cependant bien intéressant à rechercher dans les voies qu'il a suggérées. A défaut de cet ensemble, on va reprendre, avec un ordre à peu près rationnel, les groupes dont il a parlé.

LES LAMELLIBRANCHES ANCIENS ET L'ORIGINE DES GROUPES

Il s'est peu occupé des formes paléozoïques. Néanmoins, « pour rechercher à reconstituer la phylogénie des Lamellibranches », il lui « sera nécessaire d'étudier... le point de départ » [278, 279].

Les plus anciennes charnières lui paraissent être multidentées, taxodontes, mais cela suivant deux modalités.

La première peut être dite *cténodonte*, avec des dents très nombreuses convergeant vers le crochet. Chez *Ctenodonta* la série des dents est encore continue, tandis que dans *Cadomia* et *Paleonilo*, leur ligne se brise sous le crochet, dans les parages du ligament. Celui-ci devient lui-même interne dans les Nucules, type qui « persiste jusqu'à l'époque actuelle, en restant nacré ». Sur ces Nucules, citées à l'occasion, il n'y a rien à retenir de particulier.

La seconde modalité comporte des dents toujours nombreuses, mais plus longues et divergeant à partir du crochet jusque vers les insertions musculaires. Débutant dans *Lyrodesma* du Silurien inférieur, ces longues dents rayonnantes sont bien représentées dans *Actinodonta* du Silurien supérieur, d'où le nom d'*actinodonte* donné à ce second type. C'est lui qui connaîtrait la plus grande fortune.

Se mettent d'abord à part les Arches et les Cucullées, à ligament amphidète, à coquille porcelanée dès le début du Secondaire, alors que les précurseurs paléozoïques étaient encore nacrés. L'origine en est obscure, mais peut se placer vers les *Pterinea* du Dévonien, actinodontes où les dents, longues, tendent, par les *Parallelodon* du Carbonifère, à devenir parallèles

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

à la charnière, puis dans les *Macrodon* du Lias et du Jurassique moyen « à se recourber dans le voisinage du sommet et à converger vers l'intérieur ». Ainsi est réalisé le type *macrodonte* qui serait à l'origine des Arcidés. La charnière adulte des Arches ne conserve plus que la partie recourbée des dents ; elle est redevenue cténodonte, ce qu'a bien constaté F. Bernard en étudiant le développement ontogénétique des Cucullées. Les Arches proprement dites apparaîtraient au Crétacé. H. Douvillé en cite des espèces, proches d'*Arca barbata* actuelle, par exemple *A. Morgani* nov. sp. des couches à Cérithes du Louristan, *A. insignis* nov. sp. des couches à *Cardita Beaumonti* du Sind, etc. Pour les Cucullées, peut-être plus anciennes, elles sont représentées au Crétacé inférieur par les *Idonearca* Conrad, dont deux espèces, rappelant des formes européennes, sont décrites au Moghara. Ces *Idonearca* ont « le test bien plus épais » et surtout « une saillie bien moindre de l'impression du muscle postérieur » que chez *Cucullea crassatina* Lmk., dont Conrad a fait le genre *Latiarca*. La saillie musculaire est, à plus forte raison, beaucoup moindre encore que chez les *Cucullea* s. str. actuelles, où elle se développe en une véritable apophyse myophore.

Dans les formes taxodontes initiales, celles du Primaire, tant les Nuculidés que les Ptérinéidés, H. Douvillé trouve déjà des témoignages de la fixation byssale, et il se demande s'il ne faut pas chercher l'origine des Dysodontes vers les Ptérinées. Les Aviculidés, à test restant nacré et ligament amphidète, se différencieraient vers la fin du Primaire ; de même les Mytilidés, mais à ligament opisthodète. Restent plus énigmatiques l'origine des Pectinidés à coquille porcelanée et surtout celle des Huîtres, les deux ensembles n'étant vraiment bien réalisés qu'au début du Lias.

Revenant aux multidentés, dès le Silurien on constate l'évolution vers des types paucidentés ; et, dans le Carbonifère, H. Douvillé obtient ainsi les *Anthracosia* qui se continueraient dans le Secondaire et jusqu'à l'époque actuelle par les Unios, en conservant leur coquille nacrée. Cette origine des Unios n'est pas d'accord avec les vues de divers auteurs, notamment de G. Steinmann, qui font dériver les Unios ornés des Trigonies, dans l'estuaire des grands fleuves du Crétacé supérieur ou du Tertiaire.

D'autres évolutions paucidentées, mais encore sans vraies latérales telles que nous en trouverons plus loin, mèneraient à ce que H. Douvillé propose d'appeler les *Préhétérodontes*. Il y loge deux ensembles. Le premier, celui des *Myophoridés*, les

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Schizodontes de Steinmann, offre une charnière, bien caractérisée dès le Dévonien, réduite à trois dents cardinales, $\frac{3\ ab}{2.4a}$, charnière lucinoïde comme nous verrons plus tard, en même temps que nous préciserons les notations et formules employées. Dès le Lias, les Myophories sont remplacées par les Trigonies, où la dent médiane *2* s'élargit, se creuse, finit par se dédoubler et où surtout les dents *3 a* et *3 b* se denticulent. Au point de vue de la charnière, les Préastartidés, c'est-à-dire les *Megalodon* et les formes plus ou moins voisines, appellent des remarques analogues ; la formule, $\frac{3\ ab}{2.4b}$, est toutefois un peu différente avec une dent postérieure *4 b* au lieu d'une dent antérieure *4 a*.

Trigonies.

Ce sont « des coquilles toujours très ornées et qui par suite donnent de bons caractères pour la détermination de l'âge des couches ». Pour décrire leur forme et leur ornementation, notamment au Moghara [324], H. Douvillé utilise une terminologie en partie personnelle. Sur chaque valve, une carène, partant du crochet, sépare une *surface principale*, dite encore *antéroventrale*, et une *aréa postérieure*, dite encore *corselet* avec L. Agassiz. Ce corselet est souvent, comme l'a montré Lycett, partagé en trois parties par deux carènes secondaires ou par des sillons. H. Douvillé, usant de comparaisons que nous verrons développées à propos des Rudistes, appelle *siphonales* les deux premières parties, respectivement *respiratoire E* pour celle qui est voisine de la carène principale, et *anale S* pour l'autre, quoiqu'il sache bien, qu'au moins chez les rares et assez particulières Trigonies actuelles, « les bords du manteau soient complètement libres et que, par suite, il n'y ait pas de siphons proprement dits » ; la troisième partie est l'*écusson* d'Agassiz.

Venant aux descriptions, il se sert plus ou moins explicitement des sections d'Agassiz. Ainsi, c'est aux *ondulées*, simplement costulées concentriquement au crochet, qu'il avait rapporté des espèces rencontrées dans le Lias supérieur de la Perse du Nord : *T. litterata* Young et Bird, *T. V-costata* Lycett, etc. [187]. *T. hæmispherica* var. *asiatica* du Bajocien et *T. pullus* Sow. du Bathonien du Moghara sont des *costées* bien typiques, à fortes côtes concentriques sur la surface principale, s'arrêtant à un *canal* avant la carène, et à côtes rayonnantes sur l'aréa. *T. imbricata* Sow. du Bathonien du Moghara est une petite *clavellée* à

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

carène obtuse et aréa peu délimitée, ornée de côtes radiales irrégulières, croisées par des côtes concentriques passant sur l'aréa. Dans l'Aptien et l'Albien du même Moghara, la faune est plus intéressante. Les *ondulées* sont représentées par *T. Picteti* Coq. de l'Aptien et *T. analoga* nov. sp. de l'Albien, épaisses et assez vigoureusement costulées, tandis que *T. undulata-costata* Blanckh., espèce vraconnienne du Liban qu'il retrouve au Moghara, est plus mince et a des côtes vraiment ondulées chez l'adulte. Les *scabrées*, très amincies à l'arrière et ornées sur la surface principale de côtes concentriques, crénelées, fournissent une série d'espèces : *T. pseudocrenulata* Nötl. de l'Aptien, *T. depauperata* nov. sp. et *T. orientalis* nov. sp. du Vraconnien, qui diffèrent par des détails du corselet.

ANISOMYAIRES PROPREMENT DITS.

On a vu que pour H. Douvillé, qui l'a dit et redit bien des fois, la régression du muscle antérieur dans les Anisomyaires, puis sa disparition totale chez les Monomyaires, sont le fait de la fixation byssale.

Revenant aux groupes, les Aviculidés, nacrés, se différencient vers la fin du Primaire ; le ligament, amphidète, montre un renforcement suivant le cartilage simple et médian dans les Avicules. Le renforcement multiple dont nous avons parlé à propos des Pernes se rencontre aussi dans les Gervillies ; chez ces dernières subsistent ou « reparaissent les dents des Ptérinées ». Toutes ces formes, généralement inéquivalves, sont couchées sur la valve droite. H. Douvillé a figuré de très belles Gervillies au Moghara [324] : *G. orientalis* nov. sp., problablement du Callovien, et *G. alæformis* Sow. sp. la grande espèce aptienne d'Angleterre qu'il trouve ici dans le Vraconnien.

Chez les Mytilidés, qui sont également nacrés et qui apparaissent en même temps que les Aviculidés, le ligament est opisthodète. Nous avons vu aussi pour quelles raisons H. Douvillé en sépare [442] les « moules d'eau douce », Congéries et *Dreissensia*.

MONOMYAIRES.

Quant aux Monomyaires, Pectinidés et Ostréidés, la couche nacrée a chez tous disparu. Ils sont si abondants dans les terrains secondaires et tertiaires que H. Douvillé ne pouvait manquer de souvent s'en occuper. Examinons successivement les deux ensembles.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Pectinidés.

Chez les Pectinidés, il y aura lieu de considérer successivement les *Pecten* proprement dits, les Spondyles, les Plicatules et les Limes.

Relativement aux *Pecten*, « la plasticité de ce type..., écrit-il en 1910 [266], est vraiment extraordinaire ». Déjà en 1897, dans une note brève mais substantielle [114], il avait essayé d'expliquer les formes par le genre de vie ; puis il rangeait les genres ou sous-genres dans deux séries, d'après l'allure grossièrement costulée ou non de la coquille. Retenons surtout ce qui concerne les formes. Elles peuvent être soit *demi-fixées* ou *libres*, soit *fixées*. Chez les premières, la forme *Pecten*, forme originelle qu'on retrouve dans le jeune âge de toutes les autres, a une coquille subéquivalve, avec large échancrure byssale et oreillettes inégales. *Chlamys* a une échancrure byssale réduite, souvent nulle, et les oreillettes sont égales ; ces dispositions traduisent les types « les plus actifs » [266], par opposition à d'autres, « les paresseux ». Ceux-ci vivent au repos, couchés sur la valve droite ; cette valve droite se creuse, tandis que l'autre s'aplatit ; on obtient ainsi la forme *Vola*, la forme bien connue de la coquille Saint-Jacques. Les formes fixées ont deux dispositions possibles : la forme *Semipecten*, à échancrure byssale très profonde et où la valve droite s'aplatit et se moule sur son support ; la forme *Hinnites*, où la valve droite se soude franchement au support et se déforme plus ou moins.

Quant aux genres, modifiés depuis et diversement interprétés par les auteurs, H. Douvillé ne les a guère discutés dans ses monographies. Retenons toutefois la création d'*Eopecten* (type *E. tuberculatus* Goldf.) pour des formes *Semipecten*, apparaissant dans le Trias et qui seraient à l'origine des genres à côtes grossières et inégales. Il a précisé aussi, parce qu'il en rencontre en Perse, au Moghara, etc., que le genre *Neithea* doit bien être adopté, comme l'a proposé Pervinquière, pour les formes *Vola*, communes dans le Crétacé, pourvues « à chaque valve de deux dents lamelliformes et cannelées » [187].

Les Spondyles dérivent des *Pecten* au Crétacé [442 *bis*] ; ils en conservent la forme dans un âge très jeune, jusqu'à la taille 3 mm. 5 ; puis la coquille, se fixant « brusquement » sur la valve droite, « par son aréa ligamentaire, par son test épais, souvent orné de longues épines, elle contraste fortement avec les *Pecten* ancestraux ». Rien de particulier n'est à retenir sur les espèces créées : *Sp. subserratus*, d 1 gr. d'*hystrix*, dans les couches à

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Échinides du Louristan [187], *Sp. quadricostatus* du gr. de *subspinosus*, dans l'Éocène du Sénégal [358].

Les Plicatules, ostréiformes [262], souvent bien difficiles à distinguer des Huîtres plissées lorsqu'on ne voit pas les caractères internes, sont de fixation plus ancienne que les Spondyles. Par les *Terquemia*, formes *Hinnites* qui dériveraient elles-mêmes du genre initial *Eopecten*, il les remonte au moins jusque dans l'Infralias. L'aréa et le cartilage dans une gouttière rappellent les Spondyles. Ces Plicatules l'occupent incidemment, par exemple dans le Maestrichtien de Tunisie, de Perse ou de l'Himalaya central ; on y trouve des Plicatules à valve supérieure convexe, du gr. de *P. hirsuta* Coq., très répandu dans le Crétacé supérieur de la Mésogée.

Les Limes, « autre type dérivé des Avicules », ont évolué dans un sens différent des Plicatules et des Spondyles. « L'animal est très actif et la coquille est redevenue équivalve » [266], le ligament restant médian. Dans ces Limes quelques genres sont spécifiés. Par exemple, dans l'Oxfordien du Moghara, *Ctenostreon* (*C. proboscideum* Sow.) est un type large et orné de côtes vigoureuses ; *Limatula* (*L. consobrina* d'Orb.) est un type aigu, finement costulé ; *Plagiostoma* (P. cf. *hemicirculare* Goldf., *P.* cf. *rigidum* Sow.) est hémicirculaire, peu ou finement orné.

Ostréidés.

A la différence des Monomyaires précédents, les Huîtres sont fixées par la valve gauche. Cette fixation, directe, cette soudure avec les rochers, entraîne la dégradation dont nous avons parlé déjà et caractérisée, pour la coquille, par une structure lamelleuse. L'origine des Huîtres est des plus obscures. H. Douvillé l'a d'abord suggérée dans les Limes [266] ; il a pensé ensuite aux Vulselles ; finalement il déclare [449] qu'elles descendent « d'un ancêtre byssifère inconnu ». A travers deux notes successives [262, 355] et de nombreux compléments, voici les différents genres qu'il accepte ou propose de distinguer.

Elles apparaissent dans le Rhétien. Les deux valves sont alors subégales, lisses dans l'une, *O. sublamellosa*, plissées dans l'autre, *O. marcignana*.

Suivons d'abord le destin des formes lisses. H. Douvillé propose en 1904 [187] le genre *Liogryphea* pour celles qui restent à peu près équivalves ; il spécifie [181] que le type du genre est précisément *O. sublamellosa* Dunker. Ce genre, vivant en eaux peu profondes, serait la souche de tous les Ostréidés. Les espèces

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

en sont « extrêmement répandues dans tout le Secondaire ». Dans une énumération [262] figurent entre autres : *O. acuminata* du Bathonien, *deltoidea* du Kiméridgien, *Leymeriei* de l'Aptien, *acutirostris* du Sénonien. Dans le Tertiaire, *O. lamellaris* DESH., de l'Éocène parisien, est citée au Sénégal [358].

Sur des fonds « plus profonds et constitués par des vases fines », la coquille, fixée chez le jeune sur « quelques petits débris », ne tarde pas à se déraciner et se couche sur la valve gauche qui se creuse, l'autre s'aplatissant. On obtiendrait ainsi la Gryphée arquée du Lias, pour laquelle et pour ses descendantes jusqu'à *O. dilatata* de l'Oxfordien Fischer a proposé le genre *Liogryphea*. A partir du Vraconnien, ce « type vaseux », ou encore « paresseux », est représenté par le genre *Pycnodonta* FISCHER DE WALDHEIM, où « l'on voit apparaître des rides marginales de chaque côté de l'aréa ligamentaire ». Le genre est très développé dans le Crétacé supérieur, notamment avec l'espèce banale de la Craie supérieure, *P. vesicularis*. Il est plus rare dans le Tertiaire ; cependant à la base de l'Eocène en Tunisie, H. Douvillé [263] cite *P. Archiaci*, « mutation tertiaire de *P. vesicularis* », et dans l'Éocène du Sénégal [358], il figure *P. rarilamellosa* DESH. race *senegalensis*. A l'époque actuelle, il est maintes fois revenu sur la présence d'une espèce pliocène, *P. cochlear*, par des fonds de 60 mètres environ, dans la Méditerranée. Les Pycnodontes, tout comme les *Liogryphea* du reste dans le Jurassique, sont un des éléments faunistiques des faciès vaseux, relativement lointains des côtes et profonds, à la différence des Huîtres du groupe d'*Ostrea edulis*.

Revenant au Jurassique, des Huîtres lisses, voisines sans doute des *Liogryphea*, ont pu donner les *Exogyres*, qui ne dépasseraient pas la limite du Secondaire. La fixation est ici plus accusée, permanente, « pour résister à des courants ». Afin d'éviter que le jeu d'ouverture et de fermeture des valves ne fassent sauter la fixation, le bras de levier entre celle-ci et le muscle se raccourcit ; en d'autres termes, le point de fixation se rapproche du muscle, se déplace vers l'arrière, et seul, le côté antérieur de la coquille peut se développer ; ainsi, le crochet de la valve fixée, la valve gauche, se recourbe vers l'arrière dans le plan de la commissure ; en même temps, la partie antérieure du ligament s'atrophie ; cette atrophie permettrait de distinguer les véritables des « fausses Exogyres » [187], c'est-à-dire de celles qu'on a cru pouvoir signaler dans le Tertiaire. La distribution bathymétrique des Exogyres est analogue à celle des Pycnodontes, peut-être un peu moins profonde.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Les Exogyres débutent avec *Ex. nana* Sow. du Bathonien, qui se rencontre encore dans l'Oxfordien du Moghara [324], et elles ont surtout un beau développement dans le Crétacé inférieur avec des formes plus ou moins triangulaires, *E. Couloni* et *E. aquila*. Un groupe remarquablement orbiculaire correspond à *E. columba* du Cénomanien, puis à *E. Overwegi* de la Craie tout à fait supérieure de l'Égypte et des autres régions mésogéennes.

Les Exogyres ne sont pas toutes lisses. Déjà *E. virgula* du Kiméridgien montre souvent de fines costules radiales. Mais c'est dans le Crétacé que la grande valve peut se montrer véritablement plissée, l'autre restant lisse. Telle se présente *E. Boussingaulti* dans l'Albien, reconnue notamment au Moghara, espèce qui peut être considérée comme une prémutation d'*E. flabellata* du Cénomanien. C'est davantage le cas de toutes les formes, à petite valve carénée, qui, dans la Craie supérieure, gravitent autour d'*E. Matheroni* et que H. Douvillé signale dans le Maestrichtien de Perse, de Tunisie, etc.

Jusqu'ici, il a été question de formes lisses ou d'espèces plissées qui en dériveraient tardivement. Des formes plissées se rencontrent cependant dès l'origine. Ce sont les *Lopha* Bolten, qu'on peut amorcer dès le Rhétien avec *L. marcignana* Martin. Le Jurassique en fournit, telle *L. gregaria* de l'Oxfordien. De très belles espèces sont connues dans le Crétacé supérieur, par exemple *L. dichotoma* Bayle que H. Douvillé figure du Maestrichtien de Perse [187]. Les valves sont subégales; l'aréa ligamentaire est triangulaire, normale ; la surface d'adhérence, médiane, est assez large. Après quoi, le genre passe tout à fait à l'arrière-plan, bien qu'il se maintienne jusqu'à aujourd'hui, puisque le type est une espèce actuelle, *O. cristagalli* Lmk., des Antilles et de l'Océan Indien.

Au moment où les Exogyres ont pu dériver des Huîtres lisses. des formes arquées se détachent des Huîtres plissées par un processus analogue. On les a longtemps appelées *Alectryonia* au moins en France ; mais comme le type du genre *Alectryonia* n'est autre qu'*O. cristagalli*, type de *Lopha*, H. Douvillé se range à l'avis de Pervinquière et adopte pour elles le genre *Arctostrea*. Ces formes arquées sont étroites, allongées ; leur surface de fixation, petite, se place sur le côté concave. Les premières que H. Douvillé signale sont des couches bathoniennes à petites Astartes du Moghara, *A. avita* nov. sp., qui peut dériver du tronc *Lopha gregaria*. Dans l'Oxfordien du même Moghara, il retrouve une forme normande, *A. amor* Bigot ; mais l'apogée du

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

genre est dans le Crétacé avec *A. macroptera* du Néocomien, *A. carinata* du Cénomanien, etc.

A propos des couches à Échinides, maestrichtiennes, de Perse, H. Douvillé insiste sur la présence de deux types d'*Arctostrea*. L'un est le type habituel, le précédent, caréné dans la région médiane, à pente extérieure plus raide que la pente concave. Telle est *A. Zeilleri* Bayle du Santonien de France, présente encore dans le Maestrichtien de Perse. Le second type, celui d'*A. ungulata* Schl. (= *O. larva* Lmk.) est caractérisé par une région médiane lisse ; il subsiste jusqu'à l'époque actuelle.

Mais au sujet des Huîtres plissées, il semble bien que la forme courbe a pu s'y produire à diverses époques. En dehors de l'origine précédente, la plus ancienne, la principale et la plus décidée, H. Douvillé en signale une autre dans le Maestrichtien, déjà en Perse, avec un lot d'espèces courbes, de petite taille, *Lopha Morgani* nov. sp., *L. cristatula* nov. sp., mais surtout en Tunisie [262], où une série de figures montrent une gradation, à travers *L. Bursauxi* nov. sp., *L. Tissoti* Thom. et Peron, *L. Rouxi* nov. sp. ; les premières sont encore triangulaires, alors que la dernière, nettement courbe, a déjà une forme d'*Arctostrea*. Est-ce pour ces espèces qu'il a finalement tendance à accepter [429] le genre *Flemingostrea* Vredenb., dont le type *O. Flemingi* d'Arch., rencontré dans l'Éocène de l'Himalaya central, était attribué initialement [315] au genre *Liostrea ?*

Quoi qu'il en soit de ces passages, les Huîtres précédentes pullulent surtout dans le Secondaire. Au Tertiaire les formes sont toutes différentes, peut-être par suite de conditions moins profondes.

Il y a d'abord le groupe des *Ostrea* s. str. (gr. d'*O. edulis*) que, pour le détacher dans le genre, il propose, en 1920 [355], d'appeler *Euostrea*. Ces Huîtres vivent actuellement entre 10 et 60 m. de profondeur, c'est-à-dire plus haut que les Pycnodontes. Leur caractéristique est d'avoir la grande valve plissée, alors que l'autre est lisse. Parfois cette petite valve n'est pas calcifiée dans sa marge externe, dans la zone brune dont nous avons parlé précédemment, ce qui fait que, fossilisée, cette petite valve peut être plus courte que l'autre, par exemple dans *O. flabellula* de l'Éocène parisien. Le gros contingent des *Euostrea* est tertiaire. Dans le Sud tunisien, H. Douvillé a même utilisé l'argument de leur présence pour attribuer certains niveaux au Tertiaire ; il y trouve toute une série d'espèces et de variétés, *O. strictiplicata*, *O. multicostata*, à côtes plus ou moins fines, le jeune

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

rappelant souvent *O. bellovacina*. De ces *Euostrea*, le Tertiaire du Sénégal et du Soudan en fournit de nombreuses : *O.* cf. *cymbula* Lmk., *O. Friryi* St. Meun., *O. Meunieri* nov. sp., *O.* cf. *gryphina* Desh., *O.* cf. *suessoniensis* Desh.

Mais quelle est l'origine des *Euostrea?* La question reste en suspens, H. Douvillé dit bien [365] que chez *O. edulis* la marge incomplètement calcifiée de la petite valve est parfois plissée, et qu'ainsi on pourrait considérer les « *Euostrea* comme dérivant des *Lopha* par une évolution régressive, celle-ci ayant eu pour résultat une calcification incomplète de la valve supérieure ». Mais, ailleurs, il émet plus ou moins explicitement d'autres suggestions.

D'abord il y a des *Euostrea* certaines avant le Tertiaire franc, dans les couches à *Cardita Beaumonti* du Sind et du Beloutchistan : *O. orientalis* nov. sp., *O. subflemingi* nov. sp., aussi bien que dans les couches à Cérithes de Perse, *O.* cf. *suessoniensis*. Beaucoup plus bas, dans le Bathonien du Moghara, il décrit une *Liogryphea* nouvelle, *L. costellata*, qui a de grosses côtes sur la grande valve, et appartient au petit groupe de *L. gibriaca*, allant du Lias supérieur au Bathonien. Le même fait se produit au Crétacé avec des Liogryphées ou des Pycnodontes, *O. Dieneri*, *O. directa*, décrites par Blanckenhorn au Liban, et dont la seconde se retrouve dans le Vraconnien du Moghara. Ces Liogryphées ou Pycnodontes pourraient tout au moins annoncer les *Euostrea* dès le Crétacé, peut-être même dès le Jurassique.

Dans le Tertiaire, un autre genre correspond à *Crassostrea* Sacco, que H. Douvillé avait d'abord confondu avec *Gryphea* (groupe de l'Huître portugaise, *O. angulata*). Mais celle-ci a dans le jeune une commissure dentée ; « c'est une *Lopha* modifiée par l'habitat littoral ». On peut rapprocher de cette espèce un certain nombre de formes fossiles : *O. undata*, *O. crispata*, etc. Les *Crassostrea* ont, par contre, une ornementation d'*Euostrea*, plus ou moins dénaturée par l'exagération de leur développement en longueur ; ce sont également des formes modifiées par un habitat littoral. De cette dérivation, aboutissant à de longues Huîtres, pourvues d'une très longue aréa ligamentaire, plus ou moins analogues à *O. crassissima*, il fournit des exemples dans l'Éocène du Soudan avec *Crassostrea soudanensis* nov. sp. et *C. Laperrinei* P. Lem., celle-ci rappelant encore *Euostrea Friryi*, dont il a été question plus haut.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Autres coquilles ostréiformes. *Chondrodonta*, Vulselles, *Myochama* et *Chamostrea*.

Les Huîtres ne sont pas seules à offrir des coquilles ostréiformes. L'immobilisation peut en créer dans bien d'autres groupes. Il cite ou rappelle [262] le cas des Gyropleures et autres Rudistes, celui des Plicatules et même des Spondyles chez les Pectinidés. Très intéressants sont les *Chondrodonta*, les Vulselles, les *Myochama* et les *Chamostrea*, correspondant à des groupes qui se distinguent respectivement des Huîtres par les caractères qui vont être indiqués.

Les *Chondrodonta* ont pour type l'*O. Joannæ*, sorte de grande *Lopha* irrégulière, décrite par Choffat dans le Cénomanien portugais et qu'on retrouve au même niveau dans de nombreux gisements de la Mésogée, en Istrie, en Vénétie et jusqu'au Texas, où Stanton a reconnu dans ces coquilles la présence de cuillerons ligamentaires, dits *chondrophores*, et créé le genre *Chondrodonta*. A l'aide d'échantillons du Portugal et d'autres, meilleurs, récoltés par Arnaud dans le Cénomanien d'Angoulême, H. Douvillé [160] précise les caractères de ce genre curieux. La coquille est fixée par la valve gauche et, aussi bien celle-ci que l'autre, chacune est pourvue d'un chondrophore. Celui de la valve supérieure se replie et s'engage en dessous de celui de la valve fixée et c'est entre les deux que se logeait le ligament. Mais le cuilleron de la valve fixée est lui-même excavé à sa face supérieure et il porte près du crochet une insertion musculaire. Pourvue d'un sillon médian, cette insertion rappelle tout à fait l'insertion musculaire antérieure, reportée près du crochet très pointu, chez les *Pinna*. Ainsi, suivant une suggestion de Cossmann, les Chondrodontes dériveraient des *Pinna*, dont ils n'ont plus toutefois le test fibreux, et ils se rangeraient dans les Mytilidés.

Les Vulselles actuelles, des mers chaudes depuis la Mer Rouge jusqu'à l'Australie, vivent dans les éponges qui les entourent plus ou moins complètement. Ce mode d'immobilisation a entraîné les caractères atténués de la coquille, son allure ostréiforme, linguiforme, bâillante à la partie postérieure. L'animal est monomyaire. La coquille est nacrée et cette particularité amène à rechercher l'origine des Vulselles dans les Aviculidés. H. Douvillé a eu de nombreuses coquilles analogues de la Craie supérieure de Perse [187], où elles font déjà l'objet d'une « longue digression ». Il en a reçu d'Aquitaine, etc. Si bien qu'en 1907, il reprend tout ce que l'on sait sur le groupe dans

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

un joli mémoire [218]. Sans dissimuler que l'ensemble est peut-être polyphylétique, car, en particulier, ces Vulselles n'ont pas toutes la couche nacrée, il les répartit dans deux subdivisions : les Heligminés à coquille transverse, les Vulsellinés à coquille allongée, linguiforme.

Dans les Heligminés, il retient les genres *Heligmus* du Jurassique, créé par Eug. Deslongchamps pour des coquilles costulées, où un bâillement post-apical montre de curieuses déchiquetures, et *Naiadina* Mun.-Ch. du Crétacé, où le bâillement est simple et où, surtout, la cicatrice musculaire est en creux, au lieu d'être portée par une forte saillie, par une lame myophore, comme chez *Heligmus*. Il a créé le genre *Pseudoheligmus* [187], pour des formes du Crétacé des Charentes et de Perse, puis rencontrées aussi dans l'Éocène d'Aquitaine, formes en général lisses, mais montrant un bâillement postérieur aussi compliqué, sinon davantage, que dans *Heligmus*. Il propose enfin [218] *Heligmina* pour *Ostrea uncina* Lmk. de Grignon et d'autres coquilles analogues du Bartonien du Var, dont l'intérêt est de présenter une coquille analogue, inéquivalve, avec grande valve creuse, l'autre étant plate ; « il est probable que ces mollusques ne vivaient plus dans les éponges mais étaient couchés au fond de la mer sur une de leurs valves ».

Dans les Vulsellinés, *Heligmopsis* Mun.-Ch., du Crétacé et du Tertiaire, rappelle *Heligmus* par la présence de côtes, mais celles-ci sont opposées et non complémentaires aux deux valves. Les *Chalmasia* Stol. sont des formes lisses qui présentent à l'arrière « un lobe rejeté sur l'aréa ligamentaire ». Cette disposition se retrouve dans le genre nouveau *Vulsellopsis*, du Crétacé supérieur et de l'Éocène, où l'on a, en plus, « une sorte d'aile dans la région postérieure (siphonale), comme si l'animal avait voulu échapper à l'enveloppement dont le menaçait l'accroissement de l'éponge ». Ni cette aile, ni le lobe des deux genres précédents ne sont présents dans *Vulsella*, du Crétacé supérieur à l'époque actuelle.

Postérieurement au mémoire de 1907, H. Douvillé revient aux Vulselles pour en signaler dans d'autres gisements : au Moghara [324], *Heligmus integer* nov. sp. dans le Bajocien et *H. Rolandi* var. *asiatica* du Bathonien ; au Soudan [358] *Pseudoheligmus nigeriensis* Bull. New., des couches à *Operculina canalifera*, plissé comme *Heligmus* et comme d'autres *Pseudoheligmus* rencontrés par Oppenheim dans l'Éocène de l'Égypte ; dans l'Himalaya central [315], *Vulsellopsis legumen* d'Arch. du calcaire à *Orbitolites complanatus*.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Les *Myochama* et les *Chamostrea*, des mers australiennes actuelles, ont des coquilles fixées, ostréiformes, bien particulières, rappelant la forme des Chames. Leur couche nacrée et surtout la présence d'un osselet ligamentaire, le lithodesme, font songer à d'autres dimyaires actuels on tertiaires, soit libres, les *Verticordia*, soit perforants, les *Osteodesmes*, au voisinage desquels ces types curieux peuvent trouver leur origine, toute différente de celle des Chames et à plus forte raison de celles des Huîtres [262, 266, 366].

HÉTÉRODONTES PROPREMENT DITS.

Remarques sur la charnière.

Les Hétérodontes correspondent aux Bivalves les plus nombreux, au moins dans le Tertiaire et à l'époque actuelle. Ils peuvent provenir, comme on l'a vu, des Actinodontes. Avec H. Douvillé, nous en avons déjà séparé les Prohétérodontes, qui comprennent deux groupes, à savoir les Schizodontes de Steinmann, pourvus d'une dent *4a*, et les Proastartidés, pourvus d'une dent *4b*. C'est à partir du Lias qu'ils s'individualisent véritablement et se caractérisent bien par les deux sortes de dents, latérales et cardinales, dérivant des 4 lamelles de Munier-Chalmas et de Félix Bernard. On sait que les études de ce dernier ont été surtout ontogénétiques, c'est-à-dire s'appuient sur les premiers stades du développement de coquilles actuelles ou tertiaires. H. Douvillé reprendra les questions au point de vue phylogénique, c'est-à-dire dans le temps. Pour le suivre, il est toutefois indispensable de rappeler d'abord rapidement, comme il l'a fait lui-même [329], la conception et les notations de F. Bernard, quitte à indiquer ensuite les modifications ou compléments qu'il y a apportés.

Les dents cardinales résultent de la condensation et de la courbure vers l'arrière de la partie des lamelles en avant du ligament, plus exactement en avant du ligament primitif, qui, même chez l'adulte, se manifeste souvent par une encoche *L* dans le plateau cardinal. Ainsi se forment des chevrons dont les branches, les dents antérieures, sont notées *a* et les dents postérieures, notées *b*.

F. Bernard distingue deux types fondamentaux. Dans le plus simple, dit *lucinoïde*, la dent *1* ne se développe pas ; la dent centrale est la dent *2* ou *2 b*, accentuation vers l'arrière de la lamelle II de la valve gauche ; elle s'entoure à la valve droite d'un chevron *3 a b* ; après quoi vient à la valve gauche une dent

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

4 b. La formule cardinale la plus complète, à 4 dents, est ainsi notée : $\frac{3\ a\ b}{2\ b,\ 4\ b}$, le numérateur pour la valve droite et le dénominateur pour la valve gauche. Le deuxième type, dit *cyrénoide*, est surtout caractérisé par une dent centrale *1* à la valve droite ; puis viennent deux chevrons, *2 a b* et *3 a b*, enfin la dent *4 b*. La formule la plus complète à 6 dents s'écrit alors : $\frac{3\ a,\ 1,\ 3\ b}{2\ a\ b,\ 4\ b}$.

Quoique conservant les notations de Félix Bernard, H. Douvillé a toutefois des vues un peu différentes sur les quatre lamelles. Il met à part les lamelles externes *IV* et *III*, sur lesquelles se forment des « dents cardinales primitives », tandis que des lamelles internes *II* et *I* dériveront, selon des processus qui seront précisés, ce qu'il appelle des « cardinales secondaires ». Ces cardinales secondaires seront des acquisitions nouvelles, provenant bien des latérales antérieures internes *A II* et *A I*, tandis que les cardinales primitives, pour autant qu'on peut comprendre sa conception, seraient un héritage des Actinodontes. Dans ces questions de génèse, parfois un peu spécieuses, nous verrons qu'il emploiera aussi le terme de « fausses dents cardinales », notées entre parenthèses ; il s'agira alors, soit d'accentuations pas encore bien individualisées vers la terminaison des latérales antérieures, (*1*) et (*2*) pour *A I* et *A II*, soit d'allongements et de rebroussements de cardinales primitives (*3 a*). Quant aux latérales, par opposition aux formes où « il n'y en a pas encore », telles les Préhétérodontes, chez d'autres « il n'y en a plus » ; ce dernier cas sera adaptif, par exemple à mettre en rapport avec le raccourcissement de la coquille dans sa région antérieure. Ajoutons enfin que les latérales postérieures n'interviendront dans la charnière cardinale que pour les Rudistes de la série inverse.

Nous pouvons aborder maintenant la succession génétique des charnières. H. Douvillé est revenu à plusieurs reprises, et en plusieurs étapes [278, 279, 368, 369], sur ces questions difficiles, en vue d'en tirer une classification naturelle des Hétérodontes. Nous allons essayer de le suivre pour ordonner les différents groupes, et nous glanerons au passage les autres contributions apportées.

La charnière primitive, celle d'un premier stade, est fournie par les Cardinies du Lias, aux coquilles allongées, où les latérales sont bien développées, tandis que les cardinales sont encore réduites aux primitives *3 b* et *4 b*, suivant la formule $\frac{A\ I,\ III}{II,\ IV} + \frac{3\ b}{4\ b} + \frac{P\ II,\ III}{II,\ IV}$.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Le deuxième stade montre, chez *Eotrapezium* de l'Infralias et du Lias, la réalisation de la dent *2* qui s'élargit et se recourbe vers *3 b* ; c'est donc une dent *2 b*. Il y a nettement séparation de cette *2 b* et de *A II*, qui reste purement musculaire. La formule cardinale, $\frac{3\ b}{2\ b,4\ b}$, était déjà celle des Préastartidés, en particulier des *Megalodon* du Primaire et du Trias, où H. Douvillé cherche bien l'origine des formes qui vont suivre. C'est la *charnière lucinoïde* de F. Bernard, dite aussi *astartoïde* par H. Douvillé. On la retrouve dans de nombreuses familles, dont certaines nous arrêteront assez longuement.

Lamellibranches à charnière lucinoïde : Astartes, Crassatelles et Cardites. *Cardium*. Lucines. *Corbis*.

Un premier ensemble naturel correspond aux Astartes, aux Crassatelles et aux Cardites et formes voisines ; un autre, aux *Cardium* ; un autre encore, aux Lucines et aux *Corbis*. Tous ces types sont encore primitifs, plus ou moins actifs et intégripalliés, tandis qu'au Crétacé, l'habitat cavicole donne les Donacidés et les Tellinidés, sinupalléales, auxquelles nous verrons plus loin, à propos des Desmodontes, qu'Henri Douvillé rattache les Mactres [278].

Astarte est le genre central, initial, à test épais, parfois crénelé à l'intérieur sur le bord ventral ; l'ornementation extérieure ne comporte que des stries d'accroissement et, au moins chez le jeune, des ondulations concentriques parallèles à ces stries. Sauf ces considérations générales, H. Douvillé n'étudie guère qu'un groupe assez spécial de petites espèces à la base du Bathonien du Moghara [324] : *A. pisiformis* J. de C. Sow. et *A. excavata* Sow. race *asiatica* ; la charnière, sur le plan astartoïde, $\frac{3\ b}{2,4\ b}$, ne montre encore toutefois qu'une petite dent *2* : c'est là un caractère primitif, un caractère de *Megalodon*, qui reparaît peut-être « par atavisme ». En avant et en arrière se montrent des sillons allongés, proches du bord, qui ne sont encore que le résultat du chevauchement, du débordement, d'une valve sur l'autre, la gauche à l'avant, la droite à l'arrière.

Les *Pachytypus* Mun.-Ch. sont des Astartes jurassiques à impressions musculaires surélevées. H. Douvillé en signale une espèce : *P. paucicosta* Terq. et Jourdy dans les couches bathoniennes à petites Astartes du Moghara.

Les *Opis*, du Trias au Crétacé, ont une coquille comprimée

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

dans le sens antéropostérieur, allongée transversalement, bref, de très gros crochets. Tel est par exemple *O.* cf. *neocomiensis* de l'Aptien du G. Bir Lagama au Moghara. Ces caractères sont encore plus accusés dans le genre *Cœlopis* Mun.-Ch., où la lunule, extrêmement développée, « cache presque toute la coquille du côté antérieur » (*C.* cf. *langrunensis* Bigot retrouvé dans les couches à petites Astartes du Moghara).

Les Crassatelles diffèrent des Astartes par un ligament interne. Le ligament, nous l'avons vu, n'est pas autre chose que la prolongation de l'épiderme de la coquille dans la région cardinale où les deux lobes du manteau ne sont pas séparés. Chez les Astartes fortement épidermées, l'épiderme mord en bordure du corselet, sur l'origine de *2* et de *3 b* ; c'est là l'ébauche du ligament interne qui se développe en arrière de *3 b* chez les Crassatelles. Ces Crassatelles se différencient dans le Crétacé (*C. subirregularis* nov. sp. de l'Aptien du G. Bir Lagama) ; elles sont mieux représentées dans la Craie, à Gosau, en Perse dans les couches à Cérithes (*C. austriaca* Zittel) ; mais l'apogée du genre et sa grande taille se placent dans l'Éocène, pour décliner ensuite jusqu'à l'époque actuelle.

Les Cardites sont encore proches parentes des Astartes. Toutefois, à la différence des genres précédents, l'ornementation comporte de fortes côtes radiales, souvent granuleuses et tuberculées. De plus, le crochet se développant et sa pointe se recourbant en arrière, la lunule s'enfonce, coupant plus ou moins complètement le plateau cardinal ; elle entrave le développement de la partie antérieure de la charnière, en l'occurrence le développement des latérales antérieures et de *3 a*. Dans le genre, Fischer réserve le nom de *Cardita* aux Cardites byssifères, quadrangulaires, fortement inéquilatérales, par opposition aux *Venericardia* à contour arrondi. Des *Cardita*, H. Douvillé ne décrit guère que *C. Dupini* var. *deserti*, petite espèce ayant de 26 à 28 côtes, assez banale, du Vraconnien du G. Manzour, au Moghara. Il s'étend beaucoup plus longuement sur les *Venericardia* à côtes triples, dont le centre est *V. Beaumonti* d'Arch. et Haime.

Le type provient des couches daniennes, dites précisément à *Cardita Beaumonti*, du Sind [429], où il est extrêmement commun. Il s'agit d'une coquille globuleuse, arrondie à l'avant, tronquée à l'arrière, à crochets très renflés, aux trois dimensions égales, voisines de 25 mm. L'ornementation comporte une vingtaine de côtes au moins, à ne compter que celles qui sont bien nettes. Les 13 premières sont triples, subdivisées chacune en 3 costules granuleuses et séparées par des sillons profonds.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Après quoi, la 14e, simple, correspond au bord un peu anguleux de la région postérieure, dite encore siphonale, bien que, sur le vivant, les Cardites ne montrent pas véritablement de siphon et tout au plus une bride délimitant seulement une ouverture postérieure ou anale. Les trois côtes suivantes, plus petites, peuvent marquer la région respiratoire ; les 3 dernières enfin, variables, indiquent le siphon anal. Ce sont là les caractères du type. Mais il y en a bien des variétés. Au Béloutchistan, dans des couches peut-être un peu plus anciennes qu'au Sind, H. Douvillé adopte une race *Ameliae* Peron *in* Pervinquière, pour une forme rencontrée aussi dans le Maestrichtien de Tunisie ; elle est plus grande, moins renflée que le type, a 16 côtes au lieu de 20 ; dont 7 à 8 sont triples, et la costule médiane, épineuse, a une ornementation plus accentuée. Dans *Cardita lybica* Zittel *in* Quaas, du Maestrichtien et des couches plus élevées en Égypte et en Tunisie, la costule médiane est au contraire lisse. D'autres variétés, plus ou moins renflées, plus ou moins allongées, plus ou moins granuleuses ou épineuses, se montrent dans les couches à Cérithes du Louristan. Bref, le groupe de *V. Beaumonti* se manifeste dans le Maestrichtien de diverses régions mésogéennes et trouve probablement son apogée un peu plus haut, dans le Danien ; mais il dure aussi dans le Tertiaire, avec, par exemple *V. acuticosta* Lmk. du Lutétien. A côté de ces formes à côtes triples, il en est d'autres, où la disposition tend à disparaître. C'est le cas dans *V. Vredenburgi* nov. sp. du Sind, qui a la forme et les dimensions de *V. Beaumonti*, mais où la trifurcation des côtes disparaît avant d'atteindre le bord palléal et d'autant plus vite que l'on s'éloigne du bord antérieur. Le cas est analogue dans *V. pectuncularis*, l'espèce bien connue du Thanétien parisien ; mais celle-ci est beaucoup plus grande et plus plate.

En outre des Vénéricardes à côtes triples, H. Douvillé en décrit à côtes simples : *V. elliptica* du Béloutchistan, *V. imbricatoides* et *V.* cf. *complanata* dans les couches à Cérithes de Perse, etc.

Dans les Cardidés, abstraction faite des *Pterocardium* que H. Douvillé place à l'origine des *Diceras* dans les Rudistes où nous les retrouverons, abstraction faite des Tridacnes, adaptation monomyaire dont il a été question déjà, voici quelques mentions, d'abord au Moghara. Le genre *Protocardia* Beyrich, relativement ancien, se distingue en ce que les côtes, rayonnantes, caractéristiques de la famille, ne se développent que sur la région siphonale. Il se rencontre dans le Vraconnien, avec

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

l'espèce bien connue *P. hillana* Sow. et, plus tôt, dans l'Aptien, avec une mutation *prisca* de l'espèce précédente et une variété *orientalis* d'une espèce de Colombie, *P. perigrinorsa* d'Orb. *Granocardium* Gabb, « caractérisé par des pointes ou des tubercules qui font saillie dans les sillons qui séparent les côtes », serait représenté dans l'Aptien par une espèce nouvelle, *G. simplex*, peut-être l'une des plus anciennes du genre, où les tubercules « ne sont encore que des crochets sur les denticules » des sillons, tandis que *G. quinquecostatum* nov. sp. du Vraconnien a la disposition des *Granocardium* crétacés avec, de 5 en 5, des sillons plus larges, pourvus de tubercules beaucoup plus grands. Dans les couches à Cérithes de Perse, *Lævicardium* sp. rappelle l'ornementation de *C. gratum*, mais très atténuée.

Dans les Lucinidés, le genre *Lucina* n'est l'objet que de mentions ou descriptions : *Lucina* (*Dentilucina*) *louristana* nov. sp. et *L.* cf. *contorta* Defr. dans les couches à Cérithes de Perse. Le genre *Sphæra* fait l'objet d'une étude plus détaillée au Moghara, où on le rencontre à la fois dans le Callovien, *S. madagascariensis* Newt., et l'Aptien, *S. corrugata* Sow. Ce sont des coquilles de grande taille, globuleuses, à crochet submédian, ornées surtout de stries d'accroissement ; la charnière est forte et épaisse ; indépendamment des éléments cardinaux $\frac{3\ ab}{2,4}$, il y a, en arrière du ligament, de fortes latérales postérieures, constituant une dent double ou triple, caractéristiques du genre.

Des *Corbis*, comme pour *Lucina*, simples mentions ou descriptions : *Corbis elliptica* Hislop et *C. medarum* nov. sp. dans les couches à Cérithes de Perse, *C.* cf. *lamellosa* dans les calcaires à Operculines de l'Himalaya.

Cyprines et Isocardes.

Reprenant l'évolution de la charnière, nous la verrons plus loin aboutir à un véritable troisième stade, le stade *cyrénoïde* de F. Bernard, où la dent *1* s'engage dans le centre de la charnière. Auparavant, les Cyprines et les Isocardes montrent des essais de formation de cette dent *1*, mais restant à l'avant des éléments cardinaux rencontrés jusqu'ici.

Dans les Cyprines, qui, comme les Astartes, peuvent dériver d'*Eotrapezium*, on a « la forme la plus avancée du type lucinoïde ou astartoïde », avec les particularités qui suivent. La dent *3a*, d'origine marginale, est coudée sur *3b* ; elle vient se diriger vers la pointe de *A I*, séparant ainsi la dent *2* de *A II* ; en

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

même temps, la dent *3 b* a des bords surélevés qui lui donnent l'aspect d'une dent double. Mais, et c'est le caractère principal, la pointe *A I* tend à se surélever. Toutefois, gênée par *3 a*, elle reste sur le bord interne et n'est pas une vraie dent cardinale. H. Douvillé propose [369] de la noter (*1*). Cette disposition est réalisée dans les Anisocardes du Jurassique moyen, du Jurassique supérieur et du Crétacé (*A. Hermitei* Choffat, retrouvé dans le Vraconnien du Moghara) ; elle se maintient plus ou moins dans les Cyprines qui apparaissent dans le Thanétien et persistent jusqu'à l'époque actuelle avec *Cyprina* (*Arctica*) *islandica*.

Au voisinage, on peut placer les *Miodon* du Jurassique supérieur, caractérisés « par le grand développement des latérales qui deviennent lamelliformes » et sont souvent striées transversalement comme chez les Corbicules ; *3 a* enveloppe toujours *2 b* et vient toucher l'extrémité de *A I* qui n'est toutefois pas surélevée.

Les Cyprines précédentes, minces, à région antérieure développée, sont des formes actives. Dans le Bathonien de la Sarthe, H. Douvillé propose le genre *Cœlocyprina* pour une espèce nouvelle, *C. sarthacensis*, globuleuse et sans doute sédentaire.

Les Isocardes constituent un groupe parallèle au précédent, où *A I* en s'allongeant vient se heurter à la dent *2 b* et forme, en avant de celle-ci, une cardinale *1*. Cette disposition est déjà réalisée dans *Pronoella* du Lias. A partir du Bajocien, on a des formes à crochets fortement courbés en avant. « La région siphonale s'individualise de manière à former une aréa postérieure, séparée du reste de la coquille par une carène, comme dans les Trigonies ; on les a pour cette raison rapprochées quelquefois des Cypricardes » ou *Trapezium* de l'Éocène. D'autres, du Lias supérieur, les *Pseudisocardia* ont la forme globuleuse des Isocardes. Dans le prolongement de *3 b* y naîtrait une fausse (*3 a*), qui n'a pas l'individualité de la *3 a* des Astartes et des Cyprines et dont on va voir l'intérêt. *Pseudotrapezium* correspond à des formes globuleuses ou carénées, mais à crochet moins contourné, du Jurassique supérieur. Puis on arrive à des formes intéressantes du Crétacé où « la fausse dent (*3 a*) se recourbe de plus en plus à son extrémité et tend à se glisser entre *2 b* et *1*... la liaison est coupée entre *2 b* et *A II* ; l'extrémité de cette dernière s'individualise progressivement en une dent nouvelle (*2 a*). C'est le caractère des *Venilicardia* ». De ces *Venilicardia* à grande dent bifide *3 b*, recourbée en avant suivant (*3 a*), provoquant ainsi la formation de (*2 a*), H. Douvillé a l'occasion d'en

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

décrire au Moghara (*V. lagamensis* dans l'Aptien). Il y en a dans le Cénomanien et le genre paraît se prolonger dans l'Éocène.

Mais dans le Crétacé supérieur, on retrouve des espèces fortement carénées, rappelant une fois de plus les Trigonies. Munier-Chalmas en a fait en particulier le genre *Roudairia* (*R. Drui*) ; nous avons eu l'occasion d'en parler à propos de la Tunisie et aussi de Madagascar.

Les *Isocardia*, du Tertiaire supérieur, sont des formes à crochet très recourbé, où les éléments antérieurs de la charnière se fusionnent plus ou moins ; *1* et *A I*, fusionnées, « glissent vers l'arrière de manière à venir se placer à l'intérieur de *2 b* », disposition dont nous aurions pu déjà signaler une amorce dans *Pseudotrapezium*. Les Cypricardes ou *Trapezium* de l'Éocène rappellent, quant à la charnière, les *Venilicardia*.

Cythéréidés ou Mérétricidés.

Voici d'abord comment H. Douvillé conçoit la génèse du type cyrénoïde, de son véritable troisième stade, et l'enchaînement des formes [369]. « L'animal reprenant une vie active, la région antérieure se développera ». Une véritable *3 a* marginale, ne correspondant plus comme les fausses (*3 a*) précédentes à un simple allongement de *3 b*, se retrouvera sur le bord de la valve. A l'intérieur, on a toujours *2 b* et *2 a* ; mais *1* « aura toute liberté de se développer » et vient prendre place au centre de la charnière. Cette évolution se manifesterait dès le Portlandien du Boulonnais, provenant peut-être des Anisocardes ou des *Pseudotrapezium*, avec des formes où il y a encore liaison de *A II*, *2 a* et *2 b* et pour lesquelles H. Douvillé propose le genre *Eocallista* (*Cyprina Brongniarti* de Loriol et Pellat, *C. pulchella* de Lor.).

Par la suite, dans le Crétacé, *A II* va se séparer franchement de *2 a*. De telles formes, H. Douvillé en signale d'abord en Perse [187], dans les couches à Cérithes, avec *C. abbreviata* nov. sp., cf. *C. sulcataria* de l'Éocène inférieur parisien, que Cossmann range dans le genre *Caryatis*. Cette forme est également voisine de *C. ovalis*, de la Craie d'Aix-la-Chapelle, et de *C. plana*, du Vraconnien de Bracquegnies. Ces espèces du Crétacé sont moins inéquivalves, plus orbiculaires et plus minces, que les formes actuelles rangées dans le genre *Callista* et H. Douvillé emploie pour elles [324, 429] le nom de *Callistina*. De tels *Callistina* se rencontrent encore dans les couches à *Cardita Beaumonti* du Sind (*C. Nuttalli* nov. sp.), tandis que d'autres, du même

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

gisement, beaucoup plus petits et plus renflés, ne diffèrent pas des formes de Perse qu'il attribue à *Caryatis abreviata*.

Progressivement, on a véritablement pénétré dans la famille des Cythéréidés, ou encore des Mérétricidés, les deux étant équivalentes, puisque aujourd'hui, à la suite de P. Fischer, le genre *Cytherea* est mis en synonymie avec *Meretrix*.

Revenant en arrière, H. Douvillé a une digression intéressante [324] sur l'Albien et le Cénomanien du Moghara, où il décrit *Meretrix* (*Flaventia*) *orientalis* nov. sp., *M.* (*F.*) *deserti*, *M.* (*F.*) *Brongniarti* Leym. Ces espèces ont une région antérieure mince ; le bord interne de leur coquille peut représenter les dents antérieures *AI* et *2a* ; il est séparé du crochet par une cavité accessoire qui extérieurement correspond à la lunule. A ces formes, on peut réserver le nom de *Flaventia* Jukes-Brown et ce serait là le prototype des Mérétricidés, avec des coquilles minces, rappelant les *Clementia* actuels, alors que dans les *Callistina*, où le plateau cardinal est plus épais, les latérales antérieures sont mieux développées.

C'est donc de *Flaventia* et de *Callistina* qu'on passerait aux Mérétricidés du Tertiaire. Mais dès la Craie supérieure, les Vénéridés, formes plus cavicoles, moins actives, ont une région antérieure moins développée et, une nouvelle fois, les latérales antérieures disparaissent.

Les Mérétricidés et les Vénéridés sont des sinupalléales, alors qu'avec une charnière analogue, les Cyrénidés, *Cyrena* et *Corbicula*, fluviatiles ou saumâtres, sont intégripalliées.

Sans retenir peut-être tous ces détails, on voit quel en est le sens. H. Douvillé essaye de comprendre les relations phylétiques des différentes charnières et leur développement. Ces considérations ne sont pas exemptes d'interprétations adaptives. Rien n'est absolument fixé dans la nature vivante. Cependant, nous répétons que, dans l'ensemble, les charnières offrent surtout pour lui des caractères statifs, et c'est ainsi qu'avec elles il a recherché les groupements naturels dans les Hétérodontes.

DESMODONTES

Les Desmodontes, on l'a vu, doivent leurs caractères à la vie cavicole, c'est-à-dire fouisseuse ou perforante, qui se traduit chez ces animaux dressés, orthoconques verticaux, par une coquille allongée, très inéquilatérale, bâillante à l'arrière. Le ligament, externe chez les formes primitives, gagne ensuite

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

vers l'intérieur et vient s'insérer sur des cuillerons qui prennent place dans la charnière ; c'est de cette dernière particularité que le groupe de Neumayr tire son nom, les cuillerons ou chondrophores, ou encore dents ligamentaires, étant comparés à des dents sans en être de véritables. Un autre caractère mis en relation avec la vie cavicole réside dans le développement des siphons, plus ou moins longs suivant la profondeur où séjourne le Mollusque. Le développement des siphons entraîne une impression palléale sinueuse, dite sinupalliée, par opposition à la disposition integripalliée où le sinus palléal n'existe pas. Nous y avons fait allusion déjà à plusieurs reprises.

A travers deux notes principales [219, 279], H. Douvillé a fini par montrer que l'ensemble des Desmodontes était très hétérogène, tous les caractères invoqués ci-dessus étant adaptatifs.

Desmodontes vrais.

Il distingue d'abord les Desmodontes vrais, ceux qui le seraient depuis l'origine et qu'on peut remonter très loin avec les *Sanguinolites* de l'Ordovicien. Les belles séries sont représentées à partir du Jurassique et dans les terrains suivants, soit avec des coquilles nacrées chez les Arcomyes, les Gonomyes, les Pholadomyes et les Anatines, soit avec des coquilles porcelanées chez les Panopées qui apparaissent au Néocomien, chez les Pholades et les Térédines. Les Clavagelles, tubulaires et perforantes, dériveraient des Anatines. On connaît aussi des *formes couteaux* pour des animaux qui s'enfoncent très rapidement dans le sable ; la coquille y est étroite, tronquée à l'avant, par suite du développement et du déplacement antérieur du pied ; c'est le cas dans les Solénidés proprement dits.

La caractéristique des Desmodontes vrais réside dans l'absence de dents véritables à la charnière, ou tout au moins de vrais plateaux cardinaux. Les deux dents apparentes, souvent absentes, sont obtenues par le débordement d'une languette de la valve droite, transversale à la charnière, sur une languette analogue à la valve gauche. Le ligament d'abord externe finit par dessiner les cuillerons internes des Desmodontes.

Certains de ces Desmodontes « abandonnent leur trou et reprennent la vie active ». Ce sont les « Desmodontes sécularisés ». La coquille cesse d'y être bâillante, par exemple dans les Corbules. Pour certaines de celles-ci, « fatiguées sans doute de la démolition répétée de leur ermitage », la vie au dehors les amène à se coucher sur la valve droite, qui se creuse. C'est un

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

nouveau cas où l'animal devient pleuroconque. Le plan de la commissure, primitivement vertical, a tourné de 90°, est devenu horizontal, tandis que le plan des cuillerons est resté vertical ; celui de la valve droite est peu saillant, alors que celui de la valve gauche reste bien détaché. Un bon exemple de ces pleuroconques sécularisés est fourni par les Bicorbules de l'Éocène parisien. La même disposition des cuillerons est conservée chez les *Erodona* actuels. Par suite d'un retour à la vie active ou fouisseuse, le plan de la commissure y est redevenu vertical et la coquille est extérieurement symétrique ; mais la disposition des cuillerons « témoigne incontestablement d'un état antérieur pleuroconque ». A ce type, dit *pseudosymétrique*, H. Douvillé rapporte aussi les Myes, et, plus anciennement, il reconnaît la disposition pseudosymétrique chez les *Gresslya* et les *Ceromya* du Jurassique. C'est même à propos de ces formes pseudosymétriques du Secondaire que paraît s'être déclenchée sa première étude sur les Desmodontes [219]. Provenant de perforations dans les schistes houillers d'Anzin, remplies par la base de la tourtia cénomanienne, il avait en effet reçu, par l'Ingénieur des Mines Ledoux, des moules internes de Bivalves pholadiformes, sur lesquels un sillon indiquait l'existence d'un cuilleron. Il crée pour eux le genre *Myopholas* dont le nom est parlant et il recherche, dans la littérature, toutes les formes qui peuvent être rapportées à ce genre depuis le Jurassique moyen anglais ou normand.

Les Myes fouisseuses ont une charnière singulière qu'explique également la pseudosymétrie invoquée plus haut.

Indépendamment de ces remarques synthétiques et à peu près groupées sur les Desmodontes vrais, on en trouve d'autres dans les publications d'Henri Douvillé, à l'occasion des faunes rencontrées.

Dans les formes équivalves, peu ornées ou ornées de côtes concentriques, on notera *Arcomya deserti* nov. sp. dans le Bajocien et *Pleuromya varians* Ag. dans l'Oxfordien du Moghara. Les Pholadomyes, également équivalves, mais pourvues d'une carène et de côtes radiales apparaissent souvent, avec les faciès appropriés : *P. orientalis* nov. sp. dans le Bajocien, *P. carinata* Goldf. et *P. inornata* Sow. dans le Callovien, *P. laeviuscula* Ag. dans l'Oxfordien du Moghara ; *P. halaensis* d'Arch. et H. dans le Danien du Sind.

Les Anatines font l'objet d'une petite étude dans l'Aptien du Moghara. Les moules portent la trace de deux lames partant du crochet. Par analogie avec les Anatines actuelles, l'une, trans-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

versale, est une clavicule qui soutient le cuilleron ; l'autre, plus oblique et dirigée vers l'arrière, supporte le muscle postérieur et serait plus forte au Crétacé. Ces Anatines aptiennes appartiendraient à deux genres : *Platymya*, à contour ovale (*P. marulensis* D'ORB.), *Cercomya*, allongé vers l'arrière (*C. deserti* nov. sp.). Une *Thracia*, genre qui, sur le vivant, diffère des Anatines par des siphons séparés, est citée dans le Bathonien du Moghara (*T. vicelianensis* D'ORB.).

Dans les dissymétriques ou pseudosymétriques, on notera les *Ceromya*, différant des *Gresslya* par l'absence du sinus palléal, donc restées sécularisées. C'est le cas de *C.* (*Ceromyopsis*) *rostrata* nov. sp. du Bajocien du Moghara. Le sous-genre *Ceromyopsis* DE LORIOL a des valves subégales, alors que dans *Ceromya* s. str. la valve droite est plus développée.

Quant aux Corbules, surtout répandues dans le Tertiaire, H. Douvillé en signale dans les couches à *Cardita Beaumonti* du Béloutchistan et du Sind, aussi bien que dans les couches à Cérithes de Perse. Dans ces dernières figurent à la fois des *Corbula*, avec corselet aux deux valves (*C. louristana* nov. sp.), et des *Bicorbula*, véritablement pleuroconques, où la valve inférieure a de fortes costules d'accroissement, tandis que l'autre est lisse (*C.* cf. *exarata* DESH.).

Desmodontes dérivés des Hétérodontes.

A côté des Desmodontes vrais, d'origine lointaine et plus ou moins authentique, il y en a d'autres, qui dérivent certainement des Hétérodontes. Ils se distinguent par la présence d'une véritable charnière, de type lucinoïde, les dents latérales étant absentes, « inutiles puisqu'elles sont musculaires et que les muscles travaillent peu ».

Il place ici les Mactres, déjà sécularisées et à coquille fermée. Ces Mactres, il en cherche l'origine vers les *Diplodontes*, notamment dans *Diplodonta ingens* du Thanétien de Chalons-sur-Vesle. Le ligament y est encore externe, mais commence à s'enfoncer ; la charnière lucinoïde, un peu spéciale, a une dent 2 qui commence à se dédoubler par une dépression médiane, un peu comme chez les Trigonies. Avec leurs cuillerons, les Mactres seraient aux Diplodontes, ce que sont les Crassatelles par rapport aux Astartes. Les Lutraires, à station cavicole permanente, sont voisines des Mactres. Dans le même groupe figurent de nouvelles formes couteaux, à pénétration très agile dans le sable ; c'est le cas des Cultellidés (*Cultellus*, *Ensis*, etc.) ; l'aspect est celui des

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Solénidés, mais la charnière est beaucoup plus compliquée ; aussi, dans sa seconde interprétation [279], H. Douvillé les sépare-t-il des vrais Desmodontes pour les faire dériver directement des Hétérodontes.

Les *Solenocurtus*, à charnière lucinoïde normale, sans dédoublement de 2, constituerait une branche distincte.

Enfin, vers l'origine des différentiations fouisseuses, se place toujours le caractère sinupallié, traduisant de longs siphons ; c'est un caractère essentiellement adaptif, qui peut se rencontrer dans des rameaux bien divers, ainsi que nous l'avons dit tant à propos des Lucinidés que des Mérétricidés.

On voit combien sont suggestives toutes les remarques de H. Douvillé sur les Lamellibranches. Elles se compléteront et s'amplifieront à propos des Rudistes. Auparavant quelques lignes seront utilement consacrées aux Chamidés.

Chames.

Les Chames, déformées par fixation directe, ont été longtemps rapprochées des Rudistes, et rangées avec eux dans un groupe dit des Chamacés par H. Douvillé lui-même dans son premier travail sur les Rudistes [53]. Il s'agit en réalité d'une différentiation bien postérieure, puisque les premières Chames apparaissent dans le Crétacé supérieur de Gosau [279], alors que les Rudistes ont leur départ dès le Jurassique supérieur. Les Chames peuvent être fixées par l'une ou l'autre valve, par la valve gauche pour les formes normales, comme il dira à propos des Rudistes, par la valve droite, pour les formes inverses. Considérant la charnière [303], elle est réduite à deux dents, qui ne seraient pas les mêmes pour les formes directes et les formes inverses. En relation avec les deux sortes de mouvements antagonistes pour l'ouverture et pour la fermeture de la coquille, la réduction gardera une dent ligamentaire et une dent musculaire. La dent musculaire se placerait « sur le point le plus fixe de la coquille, le plus rapproché du point de fixation ». Ainsi la dent musculaire se noterait *A II* dans les formes normales, *A I* dans les formes inverses. Quant à la dent cardinale ou encore ligamentaire, c'est suivant les cas *3b* ou *4b*, les deux formules devenant : $\frac{3\ b}{A\ II}$ et $\frac{AI}{4\ b}$. Quant à l'origine des Chames dans tel ou tel groupe d'Hétérodontes, H. Douvillé a parlé successivement des Cardites [266] et des Corbis [366], au demeurant d'un type lucinoïde intégripallié.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

V. RUDISTES

Introduction

L'ensemble apporté par H. Douvillé sur les Rudistes est considérable, et l'on sait que, grâce à lui, l'étude en a été complètement renouvelée et qu'il a apporté la plus grosse somme de connaissances à leur sujet.

Le travail a débuté en collection, si l'on peut dire, à l'École des Mines, sur les admirables préparations obtenues par l'habileté et la persévérance de Bayle. Deux notes fondamentales [53, 61] fixent la morphologie de la coquille des principaux genres, en particulier de leur charnière ; une troisième [62] étudie les canaux chez ceux qui en sont pourvus. On a ainsi un départ prestigieux, dont la précision, la sobriété, la maîtrise pour tout dire, fournissent l'introduction, devenue classique, qu'il faut lire avant toute étude sur les Rudistes.

Bientôt, succédant aux analyses données d'abord sur la totalité des Bivalves à l'Annuaire du Dr Dagincourt, H. Douvillé se limite, pour la *Revue de Paléozoologie* de Cossmann, à la révision des travaux sur les Rudistes. Cette collaboration s'est poursuivie pendant 26 ans [116, 125, 130, 138, 150, 173, 183, 200, 264, 332 *bis* et 381 *bis*]. On peut y glaner bien souvent des remarques originales, profitant d'une documentation personnelle qui s'étend de plus en plus.

Venant aux études des faunes, H. Douvillé commence par reconnaître [64, 67, 86], à partir de 1888, qu'il y a dans les régions pyrénéennes des Rudistes spéciaux, dans un faciès urgonien plus élevé que celui, classique depuis longtemps, dans le Sud-Est de la France. Les travaux de Leenhardt, W. Kilian et V. Paquier placent ce dernier au niveau du Barrémien supérieur et du Bedoulien. H. Douvillé veut loger les calcaires urgoniens des Pyrénées dans l'Albien, et il le dira jusqu'à la fin. Cependant, ces faunes pyrénéennes, avec *Polyconites Verneuili*, *Horiopleura Lamberti*, *Toucasia santanderensis*, qu'on retrouve en Espagne, en Algérie, en Sicile, au Liban, à Héraclée et jusque dans l'Himalaya, se placent bien mieux dans l'Aptien supérieur ou Gargasien. Ce n'est qu'au Portugal et dans les régions cantabriques, peut-être aussi en Sicile, qu'une faune urgonienne à *Polyconites sub-Verneuili* et *Caprina Choffati* est vraiment albienne, et même vraconnienne [367].

Sur les Hippurites qui, on le sait, apparaissent au Turonien supérieur et durent jusque dans le Maestrichtien, un mémoire

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

descriptif en 6 parties [74, 88, 94, 96, 101 et 115] est parmi les plus beaux et les plus demandés de ceux édités par la Société Géologique de France. On verra que ces études, s'étendant à toute la Mésogée, ont bientôt pris un caractère régional et distingué des provinces particulières. En outre, elles n'ont guère tardé à interférer avec les recherches de Toucas, ce qui, au cours d'une intéressante controverse, a amené H. Douvillé à exposer sa conception personnelle sur les sous-genres à distinguer chez les Hippurites.

Pour les Radiolites, souvent repris dans des notes qui se complètent et se modifient, une classification est d'abord fournie pour les formes qui abondent en France, à partir du Cénomanien. Une nouvelle rencontre avec Toucas et surtout la considération de formes exotiques, notamment de l'Albien du Liban, conduisent à de nouveaux groupements.

Quant aux Rudistes à canaux, Caprines et autres, si divers, ils font penser à une sorte de tableau de Mendéléieff, dont toutes les cases se trouvent finalement remplies. La chasse, la recherche de tous les types est captivante ; elle fournit une preuve bien intéressante de l'évolution, la nature ayant réalisé ou tout au moins semblant avoir essayé toutes les dispositions possibles.

En terminant, en 1935, H. Douvillé a donné [456] un résumé substantiel de ses connaissances ; celui-ci est toutefois bien incomplet et ne fournit qu'une idée imparfaite de son œuvre. On va la reprendre, d'abord avec quelques généralités, puis en examinant les genres dans un ordre chronologique et à peu près phylétique.

Laissant de côté la structure du test, avec la distinction des couches internes et externes, devenue fugace ainsi qu'on l'a vu à propos des Lamellibranches, abordons directement la morphologie de la coquille et d'abord la charnière.

Charnière : Formes normales et formes inverses.

La coquille de *Diceras*, genre jurassique initial, est fixée tantôt sur la valve gauche, tantôt sur la valve de droite, mais avec une charnière toujours du même type [53]. A la valve droite, une dent postérieure B est allongée parallèlement au ligament ; vers l'intérieur, il lui fait suite une fossette n, plus ou moins arquée ; plus à l'intérieur encore se trouve une dent B'. La valve gauche montre une disposition complémentaire, comportant deux fossettes b et b', séparées par une dent N. Par opposition à la dent B, dite *marginale*, les deux autres N et B', « placées sur

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

le bord interne du plateau cardinal », peuvent être « considérées comme des dents intérieures » [61]. La charnière de *Diceras* se rencontre également chez *Heterodiceras* ; mais dans ce genre, la coquille est toujours fixée par la valve gauche, et il en est de même dans toute une première série de Rudistes du Crétacé : chez tous, *B n B'* se trouvent sur la valve droite, qui est la valve libre, et *b N b'* sur la valve gauche, qui est la valve fixée. Ainsi se définit un premier ensemble, comprenant ce que H. Douvillé appelle les *formes normales*. Tous les autres Rudistes du Crétacé sont fixés par la valve droite. La disposition *B n B'* s'y rencontre encore sur la valve libre, mais qui est ici la valve gauche ; la disposition *b N b'* est sur la valve fixée, ici la valve droite. Ce sont là les caractéristiques des *formes inverses*. L'essentiel de ce qui précède avait été reconnu déjà par Munier-Chalmas, qui appelait valve α la valve libre à deux dents et β, la valve fixée à une seule dent. α se trouvait ainsi à droite dans les formes normales, à gauche dans les formes inverses de H. Douvillé.

Celui-ci s'est servi longtemps de ses notations *B n B'*, *b N b'* ; il faut reconnaître qu'elles sont bien commodes et qu'elles suffisent pour toutes les descriptions morphologiques ; c'est pourquoi nous les conserverons. Toutefois, il n'y a pas homologie entre les dents et fossettes de même notation dans les deux séries. La question se pose surtout à propos du passage de la série normale à la série inverse. H. Douvillé a donc cherché [103] comment les dents pouvaient se noter dans le système de F. Bernard, rappelé à propos des Lamellibranches. Chez *Diceras*, où le ligament *L* est externe, comme il le reste dans toutes les formes normales, la dent *B* à la valve gauche est externe, voisine du ligament ; c'est une dent *3 a b*, *3 b* ou tout simplement *3* ; tandis que la dent *B'*, qui est interne, correspond à la lamelle *AI*. A la valve droite, la dent *N*, qui prend place entre *B* et *B'*, est la lamelle *AII*. La formule $\frac{B, B'}{N}$ devient donc $\frac{3ab \text{ (ou simplement } 3\,b, \text{ ou } 3),\ AI}{A\ II}$. Il s'agit en somme d'une charnière lucinoïde. Dans les formes inverses, comme on le verra à partir de *Valletia*, le ligament gagne progressivement vers l'intérieur et finalement devient interne. En arrière de ce ligament, à la valve libre, à la valve gauche, se développe une nouvelle lamelle postérieure qu'on peut noter *P II* ou *P IV*. H. Douvillé a tour à tour adopté l'une ou l'autre désignation. C'est la dent *B* des formes inverses, mais ici latérale postérieure, placée en ar-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

rière du ligament L, dent musculaire qui n'est pas homologue de la dent cardinale ligamentaire B des formes normales. A la valve droite fixée, subsiste $3b$, qui devient ici la dent N. A la valve gauche, subsiste aussi $A\,II$, qui est B'. Enfin la dent $A\,I$ des formes normales disparaît. La formule $\frac{N}{B,\,B'}$ des formes inverses devient $\frac{3b \text{ ou simplement } 3.}{P\,II \text{ ou } P\,IV,\,A\,II}$ C'est ainsi que se précisent bien les véritables homologies de la série normale et de la série inverse. Mais cette nouvelle notation est lourde à manier et nous répétons que, pour la description des Rudistes, on peut s'en tenir aux lettres initiales d'Henri Douvillé.

Régions siphonales.

Abordant la coquille elle-même, sur le côté postérieur, on constate parfois à la grande valve, tant vers le limbe que sur la face externe, des inflexions qui affectent les stries ou les lames d'accroissement. Suivant deux zones, ces inflexions sont convexes vers le haut, en forme de godrons ou encore de selles, suivant la signification du terme dans la cloison des Ammonites ; elles sont séparées par des inflexions convexes vers le bas, des sinus ou encore des lobes. Chez les Biradiolites, l'emplacement des selles est remplacé par des bandes lisses ou striées de nature particulière. Chez les Hippurites, à la même place, on constate l'existence de sillons qui se traduisent à l'intérieur par des *piliers*, auxquels correspondent à travers la petite valve de gros trous périphériques, appelés *oscules*. Pour comprendre toutes ces dispositions, H. Douvillé fait appel [53] à une comparaison avec les Chames. Chez ces formes actuelles, les bords du manteau sont soudés, sauf suivant trois ouvertures. L'antérieure, en avant du muscle antérieur *ma*, laisse passer le pied ; elle n'est pas en cause pour le moment. Les deux autres, sont proches du muscle postérieur *mp* ; elles correspondent aux siphons des Lamellibranches. L'une, celle qui est la plus voisine de *mp*, dite parfois anale ou expiratrice, sert en somme à la sortie de l'eau ; H. Douvillé l'appelle *S*. L'autre, plus ventrale, dite respiratoire ou encore inspiratrice, sert à l'entrée de l'eau ; elle est dénommée *E*. Revenant aux Rudistes, il fait correspondre *S* et *E* aux selles ou bandes des Radiolites, aux piliers et aux oscules des Hippurites. Cette vue a été contestée ultérieurement, notamment par Anthony qui, obtenant de H. Douvillé [400] un bel exemplaire d'*Hippurites radiosus*, a pu en mouler la cavité interne. Il montre

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

ainsi qu'il faut placer les siphons non pas sur les piliers, mais respectivement le premier, le siphon expirateur, entre les deux piliers, et le second, le siphon inspirateur, ventralement par rapport au pilier *E*. Cette interprétation est logique, car les siphons d'un Bivalve vivant sont des expansions du manteau vers l'extérieur, correspondant plutôt à des selles qu'à des lobes de la coquille, et l'on ne voit pas bien comment ils pourraient se loger sur des rentrants de celle-ci. H. Douvillé a cependant maintenu ses notations. Celles-ci ont donc droit de cité et on peut les conserver, tout en sachant bien qu'elles n'ont probablement pas la signification qu'il leur a donnée.

Les formes normales.

Les plus anciennes correspondent au genre *Diceras* Lamarck 1805 du Jurassique supérieur. Dès 1896 [103], reprenant une idée de G. Boehm, H. Douvillé cherche leur origine dans la fixation d'un *Cardium*, fixation qui est considérée comme pédieuse ou directe, au voisinage de *ma*. Par la suite [442 *bis*], il invoquera les *Pterocardium* qui accompagnent les *Diceras* dans les récifs de l'Est du Bassin de Paris et, dans son dernier travail [456], il justifiera cette vue par une comparaison étroite des deux coquilles. Sans revenir à la charnière lucinoïde dans les deux genres, le muscle postérieur est porté aux deux valves par une *lame myophore* qui s'engage sous le plateau cardinal, dans la cavité umbonale, c'est-à-dire dans la cavité du crochet. Dans le même travail, faisant allusion à une étude monographique de Bayle restée inédite, il propose de conserver le nom de *Diceras* pour les formes fixées par la valve droite (*D. arietinum*, *marginatum*, *originale*, *strangulatum*, *Buvignieri*), tandis qu'il appelle *Epidiceras*, celles qui sont fixées par la valve gauche (*D. sinistrum*, *Cotteaui*, *eximium*, *Moreaui*). Déjà chez *D. Buvignieri*, et davantage encore chez les *Epidiceras*, la fixation s'accentue ; elle gagne sous *ma* et même sous *N*. « Fortement appuyée sur son support », la coquille exagère autour de la fixation le développement spiral, le développement en corne de ses deux valves.

Le genre *Heterodiceras* Mun.-Ch. 1869 (*H. Luci*, *H. valfinense*), encore du Jurassique supérieur, et probablement aussi du Valanginien au Salève d'après le type *H. Luci* [267 *bis*], se distingue [53, 456] par une insertion myophore postérieure *mp* remontée sur le plateau cardinal et par une dent *B* large, très saillante et déversée au dehors, par suite d'une charnière courbe.

Matheronia Mun.-Ch. 1873 a pour type *M. Virginiæ* A. Gras

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

de l'Urgonien de du Fâ dans l'Isère, à un niveau que nous plaçons dans le Bedoulien. C'est une coquille exogyriforme, de grande taille, à test épais et surface extrêmement lamelleuse ; la valve supérieure, operculaire, est plate ou légèrement convexe. H. Douvillé [61] en décrit la charnière d'après des échantillons et des dessins de Munier-Chalmas. Après les belles études de V. Paquier sur les Rudistes urgoniens, il revient au genre [291] ; il en exclut *Requienia gryphoides* MATH. que nous retrouverons et il reprend la charnière de la grande valve d'après une belle préparation de Paquier qui figure dans la collection que celui-ci a léguée à l'École des Mines. Les insertions musculaires sont superficielles, sans apophyses myophores. La charnière est bien du type normal, mais en arrière de la base du ligament, une assez forte dent *P II* apparaît, comme on en trouvera dans les formes inverses. *Matheronia* représente donc un rameau distinct des deux genres suivants. La fixation s'y « serait faite sur un point différent, plus éloigné du muscle antérieur » [456]. Le genre étant présent déjà dans la faune berriasienne de Cernavoda dans la Dobroutcha [147 *ter*], le rameau a pu s'isoler dès le début du Crétacé.

Toucasia MUN.-CH. 1873 a été créé pour *Requienia carinata* MATH. d'Orgon. La valve inférieure est enroulée et carénée ; la valve supérieure, beaucoup plus petite, est conique, capuliforme et également carénée. Il en décrit [61] pour la première fois les caractères internes, sur des préparations de Bayle. La charnière est, à des détails près, celle d'*Heterodiceras*. Pour les insertions musculaires, *ma* est petite et superficielle ; par contre *mp* est portée *aux deux valves* par des lames ou arêtes myophores rappelant celles de *Diceras* et dont on verra plus loin l'intérêt. Il revient aux *Toucasia* du Sud-Est de la France à propos de Brouzet [291, 335], d'abord pour mieux préciser les caractères extérieurs de *T. carinata*. Une très large surface de fixation occupe la partie antérieure de la grande valve et est limitée par une crête, par un pli, qui pourrait correspondre à la position du pied ; comme il le fera dans des formes inverses, il note *V* ce pli ventral. Au delà, dans la région postérieure, deux sillons accompagnés parfois d'un léger bourrelet, sont notés *P* (postérieur) et *I* (intermédiaire). *I* sépare deux bandes considérées comme siphonales et appelées *E* et *S*. Pour le noter en passant, ces zones siphonales ne sont plus ici mises en correspondance avec des sillons comme chez les Radiolites ou les Hippurites. Sillons et bandes se rencontrent aussi à la surface de la petite valve. Sur la grande valve *I* se place à peu près à la hauteur de la lame myophore *mp*, ce qui ne laisse pas d'être troublant, car le siphon

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

S se trouverait poussé dorsalement par rapport au muscle *mp*. Quoi qu'il en soit, à la petite valve, *I* s'écarterait très notablement de la lame myophore.

Revenant aux caractères internes, à côté de *T. carinata* où la lame myophore de la petite valve est en dessous du plateau cardinal, H. Douvillé en sépare d'autres échantillons où cette lame myophore prolonge le plateau cardinal. Ce serait le cas dans une espèce nouvelle, ou mieux une mutation ascendante, *T. præcarinata*, plus voisine d'*Heterodiceras*. Par contre, *T. Lonsdalei*, Sow., depuis longtemps connue par des moules internes de l'Aptien anglais, montre une lame myophore plus écartée du plateau cardinal ; ce serait une mutation descendante pouvant indiquer le passage au genre *Apricardia*.

Apricardia Guéranger 1853, n'est guère connu que depuis le Cénomanien. Le type est *A. carinata* Guér. du Mans. A l'aide des figures de Guéranger et d'échantillons du Mans, aussi bien qu'avec des échantillons d'une espèce voisine, *A. Archiaci* d'Orb. sp., procurés par Arnaud du Provencien inférieur de Châteauneuf (Charente), H. Douvillé reprend le genre [59, 61]. La forme extérieure est celle de *Toucasia* ; la valve supérieure y est toutefois plus développée et plus enroulée, plus dicératiforme, au moins dans *A. carinata*. La charnière n'est connue que pour la valve libre : toujours du type normal, elle a une dent *B* très développée et fortement déversée à l'extérieur, pointue, en dent de sanglier dans *A. carinata*, d'où le nom du genre. Les moules internes, les *birostres* comme l'on dit, montrent que les deux valves ont une apophyse myophore postérieure saillante, détachée du plateau cardinal, normale à la surface extérieure et se poursuivant dans la cavité umbonale. Des birostres analogues sont fréquents dans le Crétacé supérieur ; H. Douvillé rattache au genre ceux figurés par d'Orbigny sous les noms de *Requienia carentonensis*, *R. Toucasi*, *R. lævigata*. Il constate [289] qu'*Apricardia Archiaci*, fréquente au Beausset, se rencontre aussi, peut-être au même niveau santonien, dans le Ferghana. Le genre est présent également dans l'Albien ou le Cénomanien des environs d'Hérat, et au Liban, avec *A. Nœtlingi* [410]. L'attribution stratigraphique à l'Albien y descendrait plus bas qu'en France l'apparition des *Apricardia*.

Requienia Math. 1842 a été créé pour la belle coquille bien connue d'Orgon, *Chama ammonia* Goldf., qui se rencontre avec *T. carinata* dans tous les gisements urgoniens du type de ceux du Sud-Est de la France. La valve libre est operculiforme à ornementation spiralée ; la valve fixée est beaucoup plus développée

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

et fortement enroulée. C'est encore à l'aide de préparations de Bayle qu'Henri Douvillé en a le premier décrit [61] la structure interne. La charnière est voisine de celle d'*Heterodiceras*, avec toutefois des dents internes *N* et *B'* peu accusées. Plus tard [291], il insiste sur la présence d'une lame myophore postérieure à la petite valve, bien détachée dans le prolongement du plateau cardinal et bien visible sur les sections transversales. Cette lame myophore est présente dans une autre espèce d'Orgon, *R. gryphoides*, ce qui l'exclut du genre *Matheronia* où l'avait logée Paquier. Dans les calcaires urgoniens de Brouzet [291, 335], peut-être un peu antérieurs à ceux d'Orgon, une espèce de Paquier, *R. Pellati*, a une très large surface de fixation, un pli *V*, des sillons *P* et *I*, une lame myophore au moins à la valve supérieure, et surtout, cette valve porte une carène encore légèrement surélevée à la partie postérieure. Ces caractères primitifs rapprochent les Réquienies de *Toucasia*; elles pourraient dériver de *T. præcarinata*, mais les Réquienies n'ont pas la lame myophore inférieure des *Toucasia*. *R. gryphoides*, citée plus haut, et qui se rencontre à la fois à Brouzet et à Orgon, prendrait la suite de *R. Pellati*; la valve supérieure est presque entièrement plate; la crête de fixation disparaît assez tôt à la grande valve, mais est prolongée par une carène mousse qui disparaît chez *R. ammonia* de Brouzet et d'Orgon, où le limbe devient tout à fait circulaire et où l'enroulement de cette grande valve est beaucoup plus accentué. Aux trois formes mises en série : *R. præcarinata, Pellati* et *ammonia*, s'en ajoute une autre à Brouzet, *R. gryphus*, qui pourrait être une prémutation de *gryphoides* : elle en a la forme, mais les bandes *S* et *E* rappellent davantage celle de *R. ammonia*.

Revenant aux *Toucasia*, toutes les précédentes provenaient du Sud-Est de la France. Au niveau plus élevé des régions pyrénéennes et espagnoles, on trouve de nouvelles formes. Près d'Orthez, H. Douvillé décrit [67] *T. Seunesi*. L'aspect est celui de *T. carinata*; mais, sur les sections de la petite valve, l'apophyse myophore est beaucoup plus séparée du plateau cardinal, au moins autant que chez *T. Lonsdalei*, et surtout cette apophyse est oblique, à 35° environ sur la section de la surface de la coquille. A Santander, à Oviedo, à Jaen en Andalousie, etc., se rencontre une espèce de grande taille qui prend le nom de *T. santanderensis*. Sur les sections, l'apophyse myophore montre une forme en T, avec un pédicule et deux branches transversales inégales. En vue de ce qui va suivre à propos de *Bayleia*, *T. santanderensis* devient le type du genre nouveau *Pseudotoucasia* [271].

Le genre *Bayleia* Mun.-Chalm. 1873 a pour type *B. Pouechi*

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

des couches campaniennes à Hippurites de l'Ariège. C'est une forme dicératoïde ; la valve gauche, généralement plus petite que l'autre, est encore carénée comme chez *Toucasia* et la charnière de cette valve est à peu près la même. A la valve libre, en forme de corne arrondie comme chez *Diceras*, les caractères internes ont été plus difficiles à interpréter par suite du développement de *cavités accessoires* [61, 271]. En s'aidant d'une autre espèce, probablement santonienne, du Beausset, autrefois figurée par d'Orbigny sous le nom de *Caprina subæqualis*, H. Douvillé montre, par des séries de sections transversales, que la lame myophore est soutenue non seulement par le pédicule des *Pseudotoucasia*, mais aussi par une autre lame, vers l'extrémité de la branche transversale du *T* la plus éloignée de l'articulation des deux valves. Ainsi naît sous *mp* une cavité accessoire *O'* qui peut s'accompagner d'autres cavités *O*, plus ou moins bien délimitées et formées par les bords de l'insertion myophore, ceux-ci allongés et relevés au-dessus de *mp*.

Les formes inverses.

Elles sont beaucoup plus nombreuses et infiniment plus diverses que les formes normales.

On y trouve d'abord toute une série de genres au test encore normal, avec tout au plus des cavités accessoires, qui sont toutefois d'une autre nature que celles des *Bayleia*. Viendront ensuite les formes à canaux palléaux, plus ou moins voisines des Caprines. Après quoi nous examinerons les deux grands groupes bien individualisés, les Radiolites et les Hippurites, auxquels était restreinte à l'origine l'appellation de Rudistes.

Valletia, *Monopleura*, *Polyconites*, *Gyropleura*, *Horiopleura*.

Valletia Mun.-Chalm. 1876 a pour type *V. Tombecki* Mun.-Chalm. Ce sont des coquilles dicératiformes du Valanginien des environs de Chambéry, et aussi du Jura si l'on interprète les figurations de Pictet et Campiche (*Diceras germani*, *D. Lorioli*). Dans ce genre s'observe [61, 456], comme nous l'avons dit, le passage de la série normale à la série inverse, qui proviendrait d'*Heterodiceras*. Le genre *Valletia*, tout comme *Matheronia* et aussi *Monopleura*, se rencontre avec *Diceras* et *Heterodiceras* dans la faune coralligène berriasienne de Cernavoda dans la Dobrogea [147 *ter*].

Monopleura Math. 1842 a été créé pour des formes surtout abondantes dans les calcaires urgoniens du Sud-Est de la

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

France. Cependant, déjà réalisé dès le niveau des *Valletia* précédentes [61, 147 *ter*], il subsiste pendant une très longue durée, jusqu'à la fin du Crétacé supérieur (*M. marticensis* de Provence, *M. gryphoides* de Royan). La charnière [53], nettement du type inverse, comporte à la valve libre deux dents *B* et *B'*, à peu près égales, déjà coniques, en particulier la dent marginale *B*, ce qui « paraît en relation avec la disposition du ligament dont la rainure est à peu près normale au plan de la commissure, au lieu d'être tangentielle ». La dent *N* de la valve inférieure est plus ou moins transverse. Quant à la forme extérieure, très variable, H. Douvillé s'en occupe à propos de Brouzet [335]. Il finit par prendre pour type *M. varians* [456], où les deux valves sont encore spiralées. La valve fixée de M. *michaillensis* Pictet et Campiche, spiralée, « en vrille » dans le jeune, devient plus ou moins rapidement conique chez l'adulte ; dans une variété *minor*, elle est ornée de côtes fines, sauf suivant deux bandes dites une fois de plus *E* et *S*. La valve supérieure, capuloïde, assez nettement carénée, débute par un crochet spiralé ; on y distingue tant bien que mal le pli *V* et les bandes *S* et *E*. D'autres espèces d'Orgon (*M. trilobata*, *M. imbricata*, etc.) ont la valve inférieure nettement et définitivement conique. Chez ces espèces ou variétés, plus ou moins vigoureusement costulées, les deux valves sont trilobées par deux sillons postérieurs, auxquels s'ajoute vers l'avant le pli *V*. Dans toutes les formes précédentes, de Brouzet ou d'Orgon, les insertions musculaires sont superficielles aux deux valves. Il n'en est plus de même pour la petite valve des formes que H. Douvillé range dans le genre *Petalodontia* et que nous retrouverons, ainsi que les *Agria*, en cherchant à préciser l'origine des Radiolitidés.

Polyconites Roulland 1830, créé pour la « Polyconite operculée » commune dans le Cénomanien du Sud-Ouest de la France, a une valve inférieure, qui, tant par son allure extérieure que par sa charnière préparée par Bayle, rappelle, les Monopleures coniques [59 *bis*, 61]. La valve supérieure, operculiforme, est par contre toute différente, surtout sur sa face interne. A l'aide de contremoulages des birostres, H. Douvillé peut en acquérir une bonne idée. Le ligament devenant plus interne et les éléments du système cardinal s'éloignant du limbe, il naît toute une série de *cavités accessoires*, coniques, convergeant par leur sommet vers le crochet et s'ajoutant à la cavité principale, umbonale, dite *G*. Sur le birostre, tous ces cônes sont remplis par la gangue et bien apparents ; ce sont eux qui justifient le nom du genre. Dans le détail, à la suite de la dent *B*, vient une lame myophore cou-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

chée, qui est séparée du limbe par deux cavités accessoires *O* et *O'*. La cavité *n*, correspondant à la dent *N*, est incomplètement remplie par celle-ci. Enfin à l'avant, d'autres cavités accessoires *O''* et *O'''* s'ajoutent entre *ma*, *B'* et le limbe.

Dans les calcaires urgoniens des régions pyrénéennes, on trouve [67] un *Polyconites* plus ancien que le précédent, *P. Verneuili* Bayle. Décrit à Portugalète près de Santander, il est présent aussi à Oviédo, à Vinport, à Orthez, à la Clape, et à Fonfroide près de Narbonne, entre Batna et Aïn Beïda en Algérie, en Sicile [269 *bis*] et au Liban [285], à Héraclée [110], etc., accompagnant soit les Horiopleures, soit *Toucasia santanderensis*. L'espèce, de l'Aptien supérieur, est plus simple que celle du Cénomanien. Le birostre n'a que les cônes accessoires postérieurs *O* et *O'*. En outre, sur les sections, on voit que l'apophyse myophore postérieure *mp* fait face à une simple saillie *mp'* sur la grande valve.

Au Portugal, à la base de couches à *Placenticeras Uhligi*, c'est-à-dire dans l'Albien, abonde un autre *Polyconites*, d'abord confondu avec le précédent, mais qui, grâce à l'étude d'échantillons envoyés par P. Choffat, devient *P. sub-Verneuili* [117]. La section est hemicirculaire avec un côté rectiligne, correspondant à une large fixation, et surtout le cône *G*, beaucoup plus aigu que celui de *P. Verneuili*, se rapproche davantage de celui de *P. operculatus*. Ainsi on aurait une série chronologique de trois formes, dans l'Aptien pyrénéen, l'Albien portugais, enfin le Cénomanien. Chez la dernière, *P. operculatus*, la section circulaire témoigne d'une fixation moins prolongée.

Pour l'origine du rameau particulier des *Polyconites*, H. Douvillé l'a placée vers les Monopleures [67]. Toutefois, dans son dernier travail [456], il n'en parle plus. Il ne mentionne qu'un autre genre urgonien, *Pachytraga*, étudié par Paquier, où les cavités ne sont du reste pas homologues à celles des *Polyconites* et où il en existe également à la valve fixée.

Le genre *Gyropleura* est créé par lui en 1887 [61] pour *Requienia cenomanensis* d'Orb. du Mans. La valve supérieure est tout à fait une valve de Monopleure ; par contre, la valve inférieure, exogyriforme, porte à l'arrière de la charnière classique *bNb'*, une lame transverse supportant *mp*, simulant un plancher cardinal, recouvrant la cavité umbonale et occupant tout le crochet en arrière de *b*. C'est là le caractère particulier des Gyropleures, se manifestant sur le birostre par une rainure bien visible. Les Gyropleures apparaissent dès le Valanginien de Métabief dans le Jura. Elles sont surtout abondantes à partir du Cénomanien et

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

H. Douvillé leur rapporte toute une série d'espèces de d'Orbigny. . *cornucopiæ* de la Craie de Rouen ne serait que le birostre de *G. cenomanensis*, *G. ornata* de l'île d'Aix peut être le jeune de *G. navis*, la belle et grande espèce à côtes rayonnantes échinulées des Charentes. *G. Delaruei* a un test nettement réticulé en surface. A ce lot d'espèces cénomaniennes s'en ajoutent d'autres de divers auteurs et de lui-même, qui, mal connues, ne diffèrent guère entre elles que par des détails d'ornementation et montent jusqu'à la craie supérieure de Meudon, de Ciply et de Simbirsk. Les Gyropleures ont en somme la longue distribution stratigraphique des Monopleures. Comme à celles-ci, il va leur être attribué des dérivations latérales, mais beaucoup plus importantes et surtout plus diverses.

Une première, pourvue de cavités accessoires, rappelle ce que réalisent les *Polyconites* dans les Monopleuridés. C'est le genre *Horiopleura*, proposé en 1883 par Munier-Chalmas pour *Monopleura Lamberti*, Rudiste parfois de très grande taille à Vinport et dans les Pyrénées, notamment près de Foix, mais qui n'avait jamais été « ni décrit, ni figuré » [67]. A l'aide des pièces originales de Munier-Chalmas, H. Douvillé peut en reprendre l'étude. Extérieurement, la valve inférieure, conique, plus ou moins exogyriforme, rappelle les Gyropleures ; cependant, entre des surfaces ornées de côtes radiales, on voit des bandes lisses, qui sont notées *S* et *E*. L'intérieur de cette grande valve rappelle également les Gyropleures. Les éléments *ma*, *b'*, *N* et *b* se disposent en ligne droite, parallèlement à la fixation. A la suite, vient, perpendiculairement, « la large surface d'insertion du muscle postérieur *mp'*, portée sur une lame saillante plus ou moins épaisse ». Quant à la petite valve, elle est extérieurement monopleuriforme et trilobée. Ses caractères internes s'étudient mieux avec le contremoulage du birostre d'une autre espèce, *H. Baylei* Coq., des régions pyrénéennes et de Sicile, qui par l'aspect extérieur rappelle tout à fait les *Polyconites*. A la suite de *B*, une apophyse myophore *mp*, dressée, est séparée du limbe par une cavité accessoire *O* et une autre plus petite *O'* ; la lame porte vers l'intérieur l'insertion du muscle *mp* ; celle-ci fait face à l'insertion *mp'* sur le côté externe de l'empâtement relevé dont il a été question tout à l'heure à la grande valve. Aux cavités accessoires près, c'est bien là une disposition de Gyropleure. Nous allons en voir d'autres développements dans les Caprotines. Auparavant, rappelons que, tout comme les *Polyconites*, les Horiopleures ont parfois une distribution lointaine. Par exemple au bungalow de Yasin, dans le Gilgit au

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Nord de l'Inde, H. Douvillé [411] figure une espèce, barrémienne ou aptienne, *H. Haydeni* voisine d'*H. Lamberti*.

Caprotines.

C'est à propos des Caprotines qu'Henri Douvillé a parlé pour la première fois [53] des cavités accessoires *O*, *O'*, *O''* qui apparaissent sur la valve libre, « en arrière des impressions musculaires », par suite du « déplacement vers l'intérieur de l'appareil cardinal ». Sur l'autre valve, il parle aussi de l'enfoncement du repli ligamentaire *L*, « qui s'est refermé du côté extérieur et a donné naissance à une *cavité ligamentaire interne* ». Revenant plus explicitement [61] sur le type *Caprotina* d'Orb. 1842, il précise pour la petite valve que la dent interne *B'* occupe le bord fortement coudé du plateau cardinal ; l'arête antérieure, séparée par la cavité accessoire *O''*, porte à l'extérieur, vers cette cavité *O''*, l'insertion *ma* ; l'arête postérieure limite d'abord *n*, puis vient toucher la lame myophore *mp* en arrière de *B*. *B* et *mp* sont séparées du limbe par *O* et *O'* ; la lampe *mp*, *dressée* et non couchée comme chez *Polyconites*, supporte le muscle *mp* également par son côté externe, du côté de *O* et *O'*. Sur la valve inférieure, à la charnière habituelle *b N b'*, fait suite une cavité myophore postérieure correspondant à la lame myophore dressée de l'autre valve. Le birostre de *Caprotina quadripartita*, avec ses cônes *G*, *O* et *O'*, *n*, est assez analogue à celui des *Polyconites*, au moins pour la petite valve.

Les Caprotines sont des fossiles surtout cénomaniens. En 1873, Munier-Chalmas en a séparé au même niveau, sous le nom de *Chaperia* (type *Caprotina costata* d'Orb.), les Caprotines dont la valve supérieure est operculiforme, à peine convexe, alors que dans le genre *Caprotina*, celle-ci est fortement convexe et montre un crochet enroulé. H. Douvillé ne fait qu'une simple allusion [269 *bis*] à ce genre *Chaperia*, en signalant la différence avec les Caprotines pour la comparer à celle qui sépare *Agria* de *Petalodontia*, genres que nous retrouverons à propos des Radiolites.

Rudistes à canaux.

Caprines. Caprinules. *Schiosia* et *Sphœrocaprina*. *Plagioptychus* et *Mitrocaprina*. *Polyptychus*.

La charnière des Caprotines mène à celle des Caprines, grand groupe où il y aura lieu de considérer, en outre de cavités accessoires plus ou moins analogues à celle des Caprotines, des canaux d'une toute autre nature.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Le genre *Caprina* d'Orbigny père 1822 a pour type *C. adversa*, la splendide forme du Cénomanien méridional, notamment des Charentes, bien connue « par la petitesse de sa valve inférieure conique et le grand développement de la valve supérieure toujours fortement enroulée » [61]. C'est le genre dont la charnière a été le plus difficile à reconstituer. H. Douvillé l'aborde encore avec des préparations de Bayle, accessoirement de Munier-Chalmas, et aussi, pour la petite valve, avec des contremoulages du rostre à la gélatine. Ultérieurement, une fois la structure élucidée, les sections transversales ont pu suffire.

La valve inférieure « présente une dent médiane *B*, très saillante et un peu recourbée au dehors », creusée en dedans en forme de cornière. A l'avant se trouve la fossette *b'*, correspondant à *B'* fortement accusée ; puis vient l'insertion *ma*, soit simplement superficielle, soit portée sur la face interne d'une lame mince et tranchante, mais moins saillante que *mp*. Cette insertion musculaire *mp*, qui porte le muscle sur sa face externe correspond à la partie postérieure de la cornière de *N*. Du côté externe, la lame *mp* est séparée de la coquille par une série de cavités accessoires sur lesquelles nous allons revenir. Enfin, plus dorsalement, le ligament se loge en arrière de *N*, dans un repli interne *L*, et, en arrière de cette *cavité ligamentaire*, le plateau cardinal est creusé de la fossette *b*, correspondant à une dent *B* moins forte que *B'*.

Pour la valve supérieure, à la suite de *ma* superficiel, vient la très forte dent *B*. Il en part vers le côté ventral une lame mince, perpendiculaire au bord antérieur du plateau cardinal, qui limite la cavité umbonale habituelle *G*, située à l'avant, tandis qu'à l'arrière, une cavité à peu près égale n'est autre que le développement de la cavité *n*, mais incomplètement remplie par *N* ; la partie ventrale de cette cavité est dite *n'*. En arrière de *n* se place la fossette ligamentaire *L*, puis vient *B* et finalement, sur le côté interne de la coquille, on trouve l'insertion *mp* qui fait face à l'insertion *mp'* sur le côté externe de l'apophyse musculaire de la valve fixée.

La subdivision de l'intérieur des valves libres, par une lame médiane, en deux cavités de même importance, d'une part *G*, et d'autre part *n* et *n'*, est très caractéristique ; elle se rencontrera sur les sections de la plupart des Rudistes à canaux.

Arrivant aux canaux, il y a longtemps que d'Orbigny les avait remarqués dans le test de la valve libre des Caprines. C'est toutefois à H. Douvillé qu'on en doit une analyse sagace [voir en particulier 120], aussi bien que celle des cavités accessoires, dont

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

nous parlons depuis les Polyconites et les Horiopleures et dont l'examen, nous le répétons, avait commencé pour lui avec les Caprotines. Pour les Caprines, nous allons reprendre ce qui concerne les cavités et aussi les *canaux palléaux*, ou *vrais canaux*, qui apparaissent ici pour la première fois.

A la valve inférieure, H. Douvillé précise bien [62] qu'il n'y a pas de canaux, mais seulement des cavités accessoires. De l'avant vers l'arrière, *b'* est prolongée vers *N* par une petite cavité *O b'*. Puis vient *L*, nettement reliée à l'extérieur par un repli ligamentaire. Ensuite *b* est séparée du bord externe par une série de petites cavités accessoires postérieures, notées *Op*. L'insertion *mp* est également accompagnée à l'extérieur par les cavités que fournissaient déjà les Caprotines ; ici, elles se multiplient en une rangée *Omp*. Enfin, dans l'angle de la fourchette formée par le bord du plateau cardinal et le prolongement de la lame *mp*, se trouve un canal particulier, dit *canal de la fourchette Of*. Il l'interprète comme correspondant au point où le rectum quitte la cavité principale pour aller contourner le muscle postérieur et, par la suite, il l'appellera parfois *canal rectal*.

Sur les sections de la valve libre, les cavités accessoires, à vrai dire nombreuses et d'agencement polygonal, ne se rencontrent qu'à l'avant, en avant de *n* ; elles y sont notées d'abord *Oa*, immédiatement en avant de *n* et à l'extérieur de *B'*, puis *Oma*, à l'extérieur de *ma*.

Mais c'est sur cette valve que l'on rencontre les canaux d'un type nouveau ; il y en a surtout du côté ventral depuis l'extérieur de *Oma* jusqu'en arrière du ligament ; ils sont limités par des *lames radiantes*, simples, ou plus généralement régulièrement bifurquées, et même polyfurquées en arrière de *B* et de la rainure ligamentaire. Ce sont les *vrais canaux* qui « occupent la région palléale » ; les lames radiantes qui les séparent se logeraient à l'aplomb des filets nerveux des bords du manteau. Il y a lieu de les distinguer des *cavités accessoires* présentes aux deux valves et qui ne sont autres que le développement de celles des Caprotines. Toutes ces dispositions ont en définitive « pour effet de réaliser le *maximum de solidité* avec le *minimum de dépenses en calcaire* et par suite de permettre à l'animal d'accroître sa coquille *le plus rapidement possible* ». Elles se généraliseront ou se présenteront différemment dans bien d'autres genres, que nous examinerons après avoir considéré les autres apports de H. Douvillé relativement au genre *Caprina*.

C. adversa, la forme géante type du genre, si largement répartie dans le Cénomanien méridional, est une fin de rameau.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Les Caprines apparaissent beaucoup plus tôt, dans les calcaires urgoniens du Sud-Est de la France, d'après les beaux travaux de V. Paquier. On y trouve, entre autres, un genre *Præcaprina*, créé pour des formes avec cavités accessoires, mais sans canaux palléaux, qui peuvent être considérées comme s'isolant des Caprotines et se développant même avant le tronc principal de celles-ci. Le Midi de la France fournit aussi de vraies Caprines [128 *bis*], par exemple *Caprina Douvillei* PAQUIER ; mais elles sont de petite taille, et les canaux palléaux de la valve libre ont encore des sections arrondies, sans être délimitées par de vraies lames radiantes.

Dans l'Albien du Portugal, dans les couches à *Polyconites sub-Verneuili*, H. Douvillé a décrit [117], principalement sur des sections, *Caprina Choffati*, où la valve libre montre une cavité *n'* plus petite que chez les Caprines cénomaniennes, et où surtout les canaux palléaux, bien développés, sont séparés par des lames radiantes *simples*, rectilignes en section et *non bifurquées*. C'est là une disposition intermédiaire entre celles de *C. Douvillei* et de *C. adversa*, d'autant plus intéressante à souligner que L. Mengaud, aux travaux de qui H. Douvillé n'a cessé de s'intéresser [367], a retrouvé *C. Choffati* dans la province de Santander et précisé son niveau dans le Vraconnien, sous du Cénomanien indiscutable. Avec ses lames radiantes simples, *C. Choffati* paraît être par ailleurs voisine de *C. schiosensis* et surtout de *C. communis* décrites il y a bien longtemps par Gemmellaro en Sicile, peut-être à un niveau peu différent [117].

Dans les calcaires urgoniens des Pyrénées, intermédiaires comme âge entre ceux du Sud-Est de la France et le Vraconnien du Portugal ou de Santander, les Caprines restaient inconnues, lorsque, tardivement [447], H. Douvillé rencontre, dans des calcaires noirs, sous les calcaires blancs du Pic de Rebenacq, des sections d'une petite forme décrite sous le nom de *C. parvula*. Elles sont bien voisines de celles de *C. Douvillei* ; toutefois les lames radiantes sont plus serrées et, dans la région postérieure, elles commencent à se bifurquer. Ainsi, malgré sa taille réduite, *C. parvula* serait déjà plus évoluée que l'espèce des Alpes.

Caprinula D'ORB. 1847 a pour type *C. Boissyi* D'ORB., qui dans le Cénomanien des Corbières, à Fourtou, accompagne *C. adversa*. La forme extérieure rappelle les Caprines : la valve inférieure est conique ; la valve supérieure, enroulée, a, en général, un développement moindre que chez les Caprines. La structure interne est du même type, avec cependant quelques différences notoires. H. Douvillé a pu l'étudier [61, 62], non seulement

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

sur les types de d'Orbigny retrouvés au Muséum, mais aussi sur tout un lot de Caprinules, procurées par P. Choffat des couches d'Alcantara au Portugal, d'âge cénomanien supérieur ou turonien inférieur. Ces Caprinules étaient connues de bien ancienne date puisqu'elles ont été découvertes et décrites par Sharpe en 1849. Comme particularités principales des Caprinules, on notera déjà que le système des cavités accessoires, *Omp*, *Op*, *Oa*, *OB'*, *Oma* à la valve libre, *Omp'*, *Ob'*, *Oma'* à la valve fixée, est plus développé et qu'ainsi le test est beaucoup plus allégé que dans les Caprines ; *n'* est parfois subdivisée avec une cavité *n''* du côté de *n*. La différence essentielle tient à la présence de *canaux palléaux aux deux valves* et surtout dans l'allure de ces canaux. Ceux-ci ont des *sections polygonales* en deux ou trois rangées de calibre décroissant vers l'extérieur ; c'est seulement dans la marge tout à fait externe qu'il leur fait suite de courtes lames radiantes, beaucoup moins développées que chez les Caprines.

En outre des Caprinules de France et du Portugal, H. Douvillé en étudie provenant d'autres régions. A la base, sans doute cénomanienne, du rocher de Constantine, des sections [269 *bis*] rappellent les espèces précédentes. Au Liban, toujours dans le Cénomanien, C. Diener a trouvé et décrit du Col des Cèdres, sous le nom d'*Hippurites cedrorum*, des Rudistes que H. Douvillé reprend [269 *bis*] à l'aide des types même de Diener et d'autres échantillons envoyés par Zumoffen ; il s'agit incontestablement d'une Caprinule, bien voisine de *C. Boissyi*. Au Texas enfin, dans le « Caprina limestone », d'âge vraconnien d'après un travail récent de Scott, Rœmer a décrit il y a longtemps, sous le nom d'*Ichtyosarcolites anguis*, des Rudistes qui avaient attiré l'attention de H. Douvillé, espérant qu'il s'agissait de véritables *Ichtyosarcolites* et qu'il pourrait obtenir d'utiles compléments sur ce genre, mal connu ainsi qu'on verra plus loin. En réalité, deux jolies petites valves, admirablement dégagées, recueillies par Rœmer et communiquées par Frech [134], sont incontestablement des valves de Caprinules, en ajoutant que « les canaux sont coupés dans leur longueur par des cloisons transversales irrégulières analogues à celles » dont il sera question plus loin à propos de *Rousselia Guilhoti* et à celles « qui existent également dans *Coralliochama* ». A Cuba enfin, des échantillons recueillis par le Dr Mario Sanchez Roig de la Havane, à un niveau qui peut se ranger dans le Cénomanien, « un peu au-dessus du *Caprina limestone* », fournissent en particulier une valve inférieure d'une Caprinule décrite sous le nom de *C. cuben-*

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

sis [412] ; elle diffère de *C. Boissyi* par un plateau cardinal plus étendu « jusqu'à l'extrémité de la lame myophore antérieure » et par « un grand développement de la zone marginale des petits canaux », ce dernier caractère la différenciant aussi de *Caprinula anguis*.

Toutes les Caprinules précédentes se logent vers la partie moyenne du Crétacé, dans le Vraconnien au Texas, dans le Cénomanien en France, en Algérie et à Cuba. Le genre persiste-t-il à des niveaux plus élevés? C'est ce qu'inciterait à admettre une forme, à vrai dire assez aberrante, décrite et figurée en 1881 par Leymerie, sous le nom de *Caprina incerta*, parmi les Rudistes silicifiés de la métairie de Paillon à la base du calcaire nankin maestrichtien dans les Petites Pyrénées de la Haute-Garonne. Avec les types de Leymerie et d'autres échantillons fournis par Peron, H. Douvillé [180] étudie cette espèce, surtout sa petite valve, la mieux conservée. La section est celle d'une Caprinule. Cependant il y a une plus grande indépendance entre les canaux radiants palléaux et des cavités rectangulaires plus internes ; celles-ci sont, au surplus, exclusivement développées vers l'arrière et s'arrêtent brusquement à la naissance de la lame qui délimite la cavité *n*. Il s'agit sans doute d'un type nouveau, que, faute de bons exemplaires, H. Douvillé laisse encore dans les Caprinules.

A côté des Caprines et des Caprinules classiques, c'est-à-dire des Rudistes à canaux radiants à la petite valve pour les premières, des Rudistes à canaux polygonaux aux deux valves pour les secondes, on peut mettre les deux genres *Schiosia* et *Sphærocaprina*. Ils ont le grand intérêt de commencer à compléter le tableau : les *Schiosia* sont des Caprines à canaux radiants aux deux valves ; les *Sphærocaprina*, des Caprinules qui n'ont de canaux polygonaux qu'à la valve libre.

Le genre *Schiosia* a été défini par Bœhm dans des couches probablement cénomaniennes, à *Caprina schiosensis*, *Caprinula Stefanoi*, etc., du Col di Schiosi dans le Frioul. C'est par une voie bien indirecte et lointaine que H. Douvillé s'en occupe. Recevant par Aguilera, de Coalcoman au Mexique, des échantillons analogues à ceux décrits par G. Bœhm des mêmes couches mexicaines sous le nom de *Caprina ramosa*, il a des valves fixées, alors que G. Bœhm n'avait eu que des valves libres. Il constate que *les valves fixées ont aussi des lames radiantes*. *C. ramosa* n'est donc pas une Caprine, mais appartient au genre *Schiosia*, tel que l'a défini Bœhm lui-même [134].

Sphærucaprina Woodwardi Gemmellaro 1865 — il paraît plus

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

correct d'écrire *Sphærocaprina* — provient du Cénomanien de Sicile. H. Douvillé, qui s'en souciait depuis longtemps, a fini par obtenir, grâce à di Stefano, communication des types de Gemmellaro. De bonnes sections y montrent [269 *bis*] que la valve fixée, sans canaux, se présente comme une valve de Caprine, tandis que l'autre, *la valve libre, a seule, à la différence des Caprinules, des canaux polygonaux.* C'est à ce même genre qu'il rapporte avec doute [269 *bis*] *S. Carezi*, espèce qu'il crée sur des valves libres de grande taille, rencontrées par L. Carez à la Montagne de Tauch dans les Corbières, probablement dans le Cénomanien. La section « montre de grandes analogies avec celle de *Sp. Woodwardi* ».

Les Caprines, Caprinules et autres formes proches vers le milieu du Crétacé sont relayées dans le temps, à partir du Turonien, par un autre ensemble de Rudistes à canaux : c'est celui des Plagioptychidés, qui n'est pas en relation phylétique directe avec les Caprines et Caprinules et va comprendre à son tour plusieurs genres.

Plagioptychus Matheron 1842, repris et précisé par M. Chaper, est largement représenté dans les gisements français par de beaux échantillons, naturellement dégagés ou faciles à préparer. Aussi H. Douvillé les a-t-il utilisés dès le début [53], pour établir le plan de la charnière des Rudistes. Dans la série inverse, celle de *Plagioptychus* réalise celle d'*Heterodiceras* dans la série normale. Il revient au genre et en définit les espèces dans sa note sur les Rudistes à canaux [62]. La valve inférieure, conique ou plus ou moins enroulée suivant les espèces, offre la charnière typique de la série inverse : *ma*, *N*, *L*, et *mp* s'y observent sans ambiguïté ; *mp* est porté par une lame myophore légèrement relevée du côté interne et prolongeant le plateau cardinal tout comme chez les Gyropleures. Il fait du reste dériver les *Plagioptychus* des Gyropleures, mais par un tronc indépendant et postérieur à celui des Caprotines, aussi bien qu'à celui des Caprines. La *valve inférieure n'a ni cavités accessoires, ni canaux.* La *valve supérieure,* souvent hémisphérique, est moins développée que chez les Caprines. Elle *n'a pas de cavités accessoires.* Le dessin général est cependant le même que chez les Caprines : on y voit, en particulier, la cloison qui sépare *G* de *n* et *n'*. La région palléale présente, depuis l'extérieur de *ma* jusqu'à celui de *mp*, *des canaux séparés par des lames radiantes*, analogues aux canaux palléaux de *Caprina*.

Dans la première espèce française, *Pl. Arnaudi* H. D., du Pro-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

vencien inférieur de Châteauneuf dans les Charentes où elle accompagne *Apricardia Archiaci*, les canaux de la petite valve sont les plus simples et séparés par des lames radiantes « qui ne bifurquent guère qu'une seule fois ». Dans deux autres espèces de plus grande taille, du Santonien du Beausset, les lames radiantes sont polyfurquées. L'une d'elles, *Pl. Aguilloni* d'Orb. (= *Pl. paradoxus* Math.), dont la valve fixée est conique, a des canaux plus compliqués que dans la précédente, mais moins que dans la suivante ; les lames « très écartées à leur point de départ interne se subdivisent presque aussitôt une première fois, puis une seconde et une troisième, de sorte que chaque lame donne naissance à 8 lamelles marginales » ; ainsi les canaux ont chacun une section en forme d'ampoule, amincie du côté externe. Dans la seconde, *Pl. Toucasi* Math. (= *Pl. Coquandi* d'Orb.), déjà bien étudiée par Maurice Chaper [126], la valve inférieure est enroulée ; « la charnière est plus forte et plus robuste que dans l'espèce précédente » ; les lames initiales, qui « se dichotomisent... jusqu'à trois fois, mais sans une régularité absolue », sont beaucoup plus nombreuses et serrées que dans *P. Aguilloni*.

Les *Plagioptychus* sont communs dans le Crétacé supérieur méridional. Munier-Chalmas a parlé de *Pl. dissimilis* dans les couches campaniennes de l'Ariège, mais sans le décrire ni le figurer. On en a signalé à Gosau [62], d'où un échantillon de l'École des Mines retient l'attention d'H. Douvillé par une particularité intéressante : il offre à sa surface « une série de bandes étroites en forme de lignes brisées qui se détachent en clair sur la couleur sombre de la coquille... il ne paraît guère douteux qu'elles ne représentent des traces de la coloration primitive de la coquille. » Ajoutons que dans le Nord de l'Inde, les calcaires maestrichtiens de Tuna à *Omphalocyclus macropora* ont fourni [315] *Pl. tibeticus* H. D., voisin de *Pl. Aguilloni*, sauf que *mp* s'insérerait à la valve inférieure « sur une véritable lame myophore. » La présence des *Plagioptychus* à ce niveau pousse leur existence jusque dans les dernières couches à Rudistes.

Venant à un autre genre, tant dans le Santonien de la Montagne des Cornes près de Rennes-les-Bains que dans les couches campaniennes de l'Ariège, les *Plagioptychus* sont accompagnés d'autres valves libres, de même forme, de même charnière, mais plus petites et où surtout les canaux palléaux sont polygonaux. H. Douvillé figure [62], de Rennes-les-Bains, une section, rapportée au moins provisoirement au genre *Coralliochama* et dénommée *C. Bayani*. G. Bœhm conteste cette attribution générique et propose pour la section de Rennes-les-Bains le genre *Mitro-*

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

caprina. H. Douvillé, qui, entre temps a reçu de Lindgren des exemplaires de *C. Orcutti*, l'espèce type du genre *Coralliochama*, se range à cet avis, d'autant mieux que, par L. M. Vidal, lui sont parvenus du Maestrichtien à Orbitoïdes de Pobla de Ségur en Catalogne, de jolis échantillons dégagés des deux valves d'une espèce analogue à celle des Corbières. Elle n'en diffère quant à la valve supérieure qu'en ce que celle-ci est plus plate et présente des canaux moins nombreux ; il la dénomme *Mitrocaprina Vidali* [180]. En même temps, il précise les caractères du genre *Mitrocaprina*. Celui-ci a bien pour les deux valves tout à fait la forme des *Plagioptychus* ; les canaux palléaux n'existent également qu'à la valve libre ; mais à la différence de ceux des *Plagioptychus*, ils sont ici *polygonaux*.

Pour *Coralliochama* White 1886, dont le type provient du Chico inférieur, c'est-à-dire du Cénomanien, de la baie de Todos Santos dans le Nord de la basse Californie, il y a des canaux aux deux valves [180]. De l'Arroyo Hondo, c'est-à-dire d'un gisement probablement cénomanien de Cuba, une valve supérieure capuloïde rappelle les *Coralliachama* [412] ; H. Douvillé la dénomme *C. antillarium*. La section montre des canaux séparés par des lames radiantes polyfurquées et vers l'arrière, sur le bord postérieur de la cavité principale, « une série de gros canaux arrondis... viennent former une bande supplémentaire à l'intérieur de la zone des lames radiantes ». Il faudrait donc ramener ces *Coralliochama* dans le groupe des Caprines, peut-être au voisinage des *Schiosia* qui ont des lames radiantes aux deux valves, et c'est peut-être à ce genre que se rapporte aussi *Caprina guadalupæ* Römer du Texas.

Reste énigmatique la place de gros et magnifiques Rudistes, rapportés par J. de Morgan du Maestrichtien à *Loftusia persica*. H. Douvillé [180] propose pour eux le genre *Polyptychus* (type *P. Morgani*). Disons tout de suite que le nom de *Polyptychus* ayant été deux fois préemployé pour des genres de Lépidoptères et de Reptiles, il faut le changer. J. de Morgan [*B. S. G. F.* (4), V, 1905, p. 178] indique celui de *Dictyoptychus* ; H. Douvillé lui-même [200], celui de *Anomoptychus* ; finalement Coxe, dans une jolie étude de 1934, adopte *Trechmanella*. Quoi qu'il en soit, ces *Polyptychus*, donc créés en 1904, sont ensuite mieux figurés [187] et H. Douvillé y revient encore en 1910 [269 *bis*], pour ajouter à l'espèce initiale une autre forme de Perse, *P. striatus*, qui, au lieu d'être lisse extérieurement comme la précédente, présente des lignes d'accroissement régulièrement festonnées et a, au surplus, une valve supérieure plus aplatie.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Nous avons dit qu'il s'agissait de gros Rudistes. Du district de Zerdalal, J. de Morgan a même rapporté des échantillons « gigantesques » de *P. Morgani*, atteignant « jusqu'à 35 cm. de longueur avec un diamètre de 35 cm. » ; ils seraient parmi « les plus grands Rudistes connus ». Les *Polyptychus* ou *Trechmanella* ont une forme de Monopleure avec une grande valve très allongée et, par contre, une petite valve peu convexe. La section est arrondie et amincie sur le bord dorsal. Quant à la structure interne, qui principalement nous importe, il n'y a pas trace de ligament et, peut-être de ce fait, la charnière n'étant plus retenue, l'épaisseur de la région dorsale devient très grande. A la grande valve, au bord de la cavité umbonale, on reconnaît tant bien que mal les éléments habituels, *ma*, *b'*, *N*, *b*, *mp* ; plus extérieurement se montrent plusieurs rangées de grands canaux à section plus ou moins rectangulaire. Ceci vaut surtout pour *P. Morgani*, car dans *P. striatus*, où l'appareil cardinal est bien plus nettement délimité, les grands canaux « sont infiniment moins compliqués et moins nombreux ». Quant à la valve supérieure, dont le centre est mal conservé « sur tout son pourtour on observe de fines lames radiantes bi ou polyfurquées ».

Nous sommes déjà bien loin des Caprines. Nous verrons plus loin d'autres Rudistes à canaux qui se placeront mieux à la suite des Radiolitidés, sans préjudice du groupe très homogène et spécial des Hippuritidés.

Radiolitidés.

Comme chez les Hippurites, la phase spirale initiale est supprimée. La valve fixée a pris la forme d'un cornet plus ou moins allongé. La valve libre, beaucoup moins développée, coiffe la précédente.

Les publications d'Henri Douvillé sur les Radiolites sont à nouveau assez morcelées. Au début, il recherche le plan général de la coquille [53, 61]. Sans revenir pour le moment sur les sinus et les bandes visibles à l'extérieur, la charnière rentre bien dans le type inverse. Dans les formes comparativement primitives, qu'il appelait *Sphærulites* au début, suivant le langage de Bayle, mais bientôt dénommées à nouveau *Radiolites* (*R. cylindraceus*, *R. foliaceus*), la grande valve a encore un repli ligamentaire, dit *arête ligamentaire* ou *crête cardinale*, et un ligament interne ; l'ensemble s'avance au milieu d'une cavité *O* ; les fossettes *b* et *b'* sont ensuite suivies elles-mêmes des insertions *mp* et *ma*, directes, sans apophyses myophores, sur la surface interne de

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

cette grande valve. Sur la section, la dent *N*, contre laquelle vient extérieurement s'appuyer le ligament entre les fossettes *b* et *b'*, prend « une forme en X caractéristique », dira-t-il plus tard [406] ; vers l'intérieur elle n'est autre que la limite interne de *b* et *b'*, et constitue une *lame transverse* [269 *bis*, 406]. La petite valve, operculiforme, conique ou plane, porte à sa face inférieure deux grandes dents coniques verticales, *B* et *B'*, et aussi deux apophyses myophores également verticales ; *mp* est séparée de *B* par une encoche par laquelle H. Douvillé fait passer le rectum ; *ma* est par contre étroitement liée à *B'*. Dans les formes primitives, les dents *B* et *B'* s'engagent dans l'épaisseur de la grande valve ; les cavités *O*, *b* et *b'* sont alors bien individualisées et nettement délimitées vers l'intérieur par la lame transverse. L'évolution se fait d'abord par disparition du ligament et de l'arête ligamentaire, puis par disparition de la lame transverse, si bien que, dans les charnières les plus évoluées, *B* et *B'* n'ont plus d'alvéoles *b* et *b'* ; elles glissent simplement à l'extérieur sur des rainures verticales, creusées le long de la paroi interne de la grande valve.

Ces grands traits posés, H. Douvillé se borne pour un temps à chercher la délimitation des genres, et, bien qu'il soit déjà question à l'occasion d'espèces pyrénéennes ou exotiques [64, 67, 79, 117, 134], il s'agit surtout des formes classiques et nombreuses du Midi de la France à partir du Cénomanien. Ainsi est obtenue une classification des Radiolitidés [164], avec des coupures qualifiées soit de genres pour de vrais rameaux, soit de sections avec une signification moins affirmative et peut-être plus hétérogène.

Cette classification, provisoire et commode, distingue les Radiolitinés, avec *deux sinus* S et E à la grande valve, et les Biradiolitinés, qui présentent *deux bandes* S et E, bien délimitées. Chez les premiers, H. Douvillé crée ou retient, dans les formes encore pourvues d'une arête ligamentaire : 1° le genre *Præradiolites* H. D. pour les formes à lames externes lisses, emboîtées en cornet ; 2° le genre *Radiolites* Lmk., où les lames sont fortement plissées ; 3° la section *Sphærulites* Delamétherie, où les lames externes et le limbe très large sont étalés, horizontaux et même infléchis vers le bas, tandis que, pour les formes sans arête ligamentaire, il conserve les genres : 4° *Bournonia* Fischer correspondant aux types *Præradiolites* ; 5° *Lapeirousia* Bayle, pour des formes *Sphærulites*, qui sont en plus pourvues de *piliers* ou *pseudopiliers* à la grande valve et d'*oscules* à la petite valve. Chez les Biradiolitinés, les Radiolites à bandes, ne sont

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

retenus que deux genres : 6° *Sauvagesia* Bayle pourvu d'une arête ligamentaire ; 7° *Biradiolites* d'Orb., dépourvu de celle-ci.

C'est à ce moment qu'interviennent les travaux de Toucas, aboutissant à un Mémoire fondamental de 1907. Utilisant bien entendu ceux d'Henri Douvillé, Toucas descend toutefois jusqu'à l'espèce, et avec un souci plus étroitement phylétique. A l'aide d'une très belle collection personnelle, actuellement à la Sorbonne, il ne discerne pas moins de 21 rameaux parallèles, répartis dans six genres. L'ensemble des Radiolites est considéré comme débutant déjà dans les calcaires urgoniens du Sud-Est de la France, avec le genre *Agria*. Tout en reconnaissant le grand intérêt des efforts de Toucas, H. Douvillé [234, 269 *bis*] n'a pas adhéré immédiatement à ses conclusions, notamment en ce qui concerne le genre *Agria*, qu'il veut laisser dans les Monopleuridés. Cependant, l'étude postérieure des matériaux libanais [285] amène un changement de position. Un genre nouveau, *Eoradiolites* H. D., créé précédemment [244], descendra bien des *Agria* et donnera un ensemble *à bandes lisses*, auquel il faudra réserver le nom de *Biradiolites*, tandis que les autres Radiolitidés à bandes, mais *à bandes cannelées*, se mettront à part dans les *Sauvagésinés*. C'est enfin de ceux-ci que descendront les *Lapeirousia* [284, 300]. Ainsi, sans aller jusqu'au morcellement, jusqu'aux rameaux de Toucas, mais par contre en conservant ou proposant, à la différence de celui-ci, des coupures sous-génériques qui tronçonnent les séries évolutives lorsque s'y introduisent des modifications importantes : apparition des apophyses myophores, disparition de l'arête ligamentaire, puis de la lame transverse, etc., H. Douvillé dresse, par morceaux, un tableau généalogique qu'à nouveau nous voudrions reprendre, puisqu'il n'en a donné lui-même qu'un bien bref résumé [456].

Les *Agria* Matheron 1878 sont abondants dans les calcaires urgoniens de la vallée du Rhône et des Alpes. La grande valve est plus ou moins allongée et costulée ; la petite par contre, operculaire et même convexe extérieurement. Matheron en a figuré d'Orgon un grand nombre qui ne sont probablement que des variétés. En particulier à propos de Brouzet [269 *bis*, 335], H. Douvillé retient deux espèces : *A. Blumenbachi* Studer (= *Hipp. neocomiensis* d'Orb.), grêle, allongée et de section arrondie, *A. marticensis* d'Orb., trapue, courte et en forme de pyramide quadrangulaire. Chez celle-ci la forme quadrangulaire est due pour le côté dorsal à deux crêtes, à deux plis, l'un à l'avant, l'autre à l'arrière, dits *Da* et *Dp* ; le pli *V* forme un troisième sommet, et, à l'arrière, le quatrième, arrondi, est occupé

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

par *S* et *E*, séparés par une *interbande* en sillon aigu. Pour la petite valve, une jolie préparation de Toucas montre à la face intérieure les deux dents pointues *B et B'*; mais les surfaces d'appui de *mp* et de *ma* sont encore à peine en saillie.

Sur des sections de l'une et l'autre espèce, H. Douvillé reconnaît bien à la grande valve l'arête *L* et la dent *N*, celle-ci s'appuyant sur la lame transverse.

Au Liban, Zumoffen a recueilli, dans des couches aptiennes à Orbitolines, un bon exemplaire d'*A. marticensis* que figure H. Douvillé [285] et dont il va tirer grand parti. Également au Liban, mais plus haut dans la série, Zumoffen a retrouvé les « Hippurites » de Conrad, *H. plicatus*, *H. lyratus*; le premier a son niveau précisé dans les « couches à *Cardium* » du Vraconnien; le second, dans le Cénomanien à *Am. syriacus*. Ces formes syriennes sont bien voisines de *Radiolites Davidsoni* Hill des calcaires à Caprines, vraconniens, du Texas, dont H. Douvillé s'est déjà occupé en 1900 [134] et pour lequel il a créé en 1909 [244] le genre *Eoradiolites*. Les *Eoradiolites* voisins d'*E. Davidsoni* ont une large distribution géographique. En Égypte, dans le Cénomanien du Sinaï, immédiatement au-dessus des grès de Nubie et sous des couches ligériennes à Ammonites, H. Douvillé cite : *E. Davidsoni*, *E. lyratus* et une espèce nouvelle, *E. sinaiticus* [277, 294]. *E. Davidsoni* se retrouve dans l'Elbourz au N de la Perse [187]; *E. lyratus*, dans les calcaires chocolat à *Apricardia Nötlingi* des environs d'Hérat en Afghanistan [410]. C'est peut-être au même genre encore qu'il faut attribuer des couches à Horiopleures de Yasin au Nord de l'Inde [411], *Præradiolites* (?) *gilgitensis*, forme à bandes saillantes, mais dont la charnière est plus vigoureuse et le ligament plus développé que dans *E. Davidsoni* et les formes voisines.

Revenant aux considérations phylétiques, les deux espèces du Liban sont significatives [285]. *E. plicatus* est encore bien voisin de l'échantillon syrien d'*A. marticensis*. Toutefois la section est plus arrondie; *S* et *E* sont mieux tronqués et dessinent des bandes lisses; la lame transverse est droite au lieu d'être courbe, ce qui peut tenir à l'allure arrondie du bord dorsal au lieu du plan *Da*, *Dp* de fixation chez *A. marticensis*. La principale différence, évolutive, tient à l'apparition des apophyses myophores *ma* et *mp*, très nettes dans les sections voisines de la commissure. En somme, *Eoradiolites* dérive d'*Agria* et les deux genres se succèdent dans le temps au Liban.

En France, H. Douvillé admet un essaim des *Eoradiolites* qui serait formé par : *E. Rousseli* Toucas des couches à *Horiopleura*

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Lamberti du Pech de Foix, *E. Grossouvrei* Toucas du Cénomanien des Charentes, *E. triangularis* d'Orb. sp., la forme commune du Cénomanien des Charentes et de Provence. Ces espèces ont bien les apophyses myophores d'*E. Davidsoni* ; H. Douvillé les note sur la section d'*E. Grossouvrei* ; les formes sont toutefois plus courtes, plus évasées, couchées sur le côté antérieur, pleuroconques comme il dit.

Si l'on met à part la coupure générique des *Eoradiolites*, justifiée par la présence d'apophyses myophores, et les précisions quant à l'Orient, tout cela n'est pas très différent de ce que voulait Toucas, qui rangeait toutes les formes en question dans le genre *Agria*, avec une descendance s'étendant jusqu'à la fin du Crétacé. C'est surtout quant à la suite que les opinions vont diverger.

Des *Eoradiolites*, et peut-être au Liban même, H. Douvillé fait descendre les formes *Biradiolites* à bandes lisses.

Un premier échelon peut être marqué par *B. lumbricalis*, la petite forme cylindroïde, costulée, banale dans l'Angoumien inférieur du Nord de l'Aquitaine. Il fait remarquer qu'elle est encore bien voisine d'*E. lyratus*, qui présente souvent une côte dans l'interbande ; la lame transverse subsiste, mais l'arête ligamentaire a disparu. Pour ces formes *lumbricalis*, Parona a créé le genre *Distefanella* qu'accepte H. Douvillé, en même temps qu'il lui attribue au Liban une espèce cénomanienne de beaucoup plus grande taille, *D. Zumoffeni*, encore bien proche d'*E. lyratus*. Dans le Coniacien de Tunisie, il lui rapporte une espèce de Pervinquière, *D. Bertheloni*, et ces formes cylindroïdes, costulées, se poursuivraient plus haut en Italie d'après les descriptions de Parona.

Avec un nouvel échelon, l'atrophie de l'appareil cardinal s'accentue ; en particulier la lame transverse disparaît. H. Douvillé lui réserve le nom de *Biradiolites* d'Orb. dont le type est pour lui, comme pour Toucas, *B. canaliculatus*, la première espèce citée dans le genre par d'Orbigny. En même temps qu'évolue l'appareil cardinal, la forme change. Déjà chez certains *D. lumbricalis*, mieux encore chez *R. angulosus* du Turonien, on assiste au développement des crêtes *V* et *D*. Ainsi peut s'obtenir *B. canaliculatus*, la forme de grande taille du Santonien du Beausset. La dérivation serait analogue à celle qui a donné *E. Rousseli*, etc. Dans des eaux plus profondes, sur des fonds vaseux où la fixation se fait mal, les coquilles se couchent sur la surface *VD*, deviennent pleuroconques, en même temps que se mettent en saillie la région *S* et *E* et le fort pli de l'interbande. Le groupe

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

paraît surtout développé en Provence, en Aquitaine et en Catalogne, mais a des représentants jusqu'aux Indes [269 *bis*].

Voilà donc un ou deux rameaux, ou plutôt deux tronçons, à partir d'*Agria*, celui d'*Eoradiolites* — *Distefanella*, et celui de *Distefanella* — *Biradiolites*.

Revenant aux *Eoradiolites* et même à la forme initiale, *E. plicatus*, qui n'a pas de côte dans l'interbande, ce serait là qu'il faudrait chercher l'origine des *Bournonia* Fischer 1887 (type *B. Bournoni* des Moulins). Ces *Bournonia* ont des bandes siphonales comme les *Eoradiolites*, au moins dans le jeune, par exemple dans celui de l'espèce type [269 *bis*], bandes qui les éloignent des *Præradiolites*, avec lesquels veut cependant les confondre Toucas. L'absence de côte dans l'interbande serait un caractère essentiel qui distingue les *Bournonia* des *Biradiolites*. La différenciation, par perte du ligament, se placerait dans le Turonien du Sinaï avec *B. Fourteaui* H. D. et *B. excavata* d'Orb. var. *zoachensis* H. D. [277]. Le groupe se manifeste dans le Santonien de Provence avec *B. excavata* et dans le Campanien algérien avec *B. africana* H. D. [269 *bis*].

En Aquitaine, les *Bournonia* sont surtout développés dans le Maestrichtien, notamment avec *B. Bournoni*. La faune ubiquiste du Maestrichtien s'étend en Perse, aux Indes et dans l'Himalaya.

Des *Bournonia*, il est question encore à propos de Cuba [406], où une couche turonienne, ou tout au plus du Sénonien inférieur, précisément dite « couche à *Bournonia* », renferme de petits Rudistes, de 1 à 3 cm. de diamètre : *Biradiolites lumbricoides*, H. D., « qui semblent bien n'être qu'une mutation de *Dist. lumbricalis* », *Bournonia* cf. *africana* H. D., *B.* cf. *Bournoni* des Moulins. Il s'y ajoute [412], de même que dans les couches probablement cénomaniennes sous-jacentes, un autre genre *Parabournonia* créé pour une espèce nouvelle *P. hispida*, de 4 à 5 cm. de diamètre, à charnière de *Bournonia*, costulée sur la valve inférieure, mais dont les couches externes, non prismatiques, sont formées de « lames relativement épaisses, reliées par des granules ou de petites épines ».

Les *Præradiolites* conservent la charnière complète, en particulier l'arête ligamentaire. H. Douvillé les fait encore dériver des *Eoradiolites* ; Toucas, directement des *Agria*. La forme primitive qu'H. Douvillé [164] prend pour type, *P. Fleuriaui* d'Orb. du Mans, a, jusqu'à la taille de 5 mm., une valve fixée exogyriforme ; après quoi celle-ci se redresse en un cornet formé de lames emboîtées, où l'on démêle un pli *V* et deux zones sipho-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

nales. Dans le genre tel qu'il est délimité après l'exclusion des *Eoradiolites*, les zones siphonales *ne sont plus des bandes*, mais formées par des *godrons convexes vers le haut* (*P. Fleuriaui*) ou par de *simples ondulations* (*P. ponsianus*). Quant à la forme d'ensemble, le genre est très plastique. A côté de formes dressées, à grande valve conique, à coquille pleuroconque, qui se montrent déjà dans les calcaires urgoniens des régions pyrénéennes avec *R. cantabricus* H. D. [67] et durent jusque dans le Maestrichtien des Petites Pyrénées avec *P. Leymeriei*, il y en a d'autres, vivant en eau plus profonde, qui, une fois de plus, se couchent sur le côté antérieur ou sur le côté dorsal, la coquille devenant *plagioconque* [164]. Un pli *PD* peut s'ajouter et prendre l'importance du pli *V*. C'est le cas dans une série de formes plus ou moins couchées, parfois grandes, telles que *P. Toucasi* et *P. sinuatus* du Beausset, et de *P. Hæninghausi*. Avec ces dispositions variées, les *Præradiolites* ont une large distribution dans le Crétacé. Sans citer toutes les espèces, retenons *P. Hedini* que crée H. Douvillé pour des échantillons rapportés par Sven Hedin des couches à Orbitolines du Tibet [312 *bis*].

Un autre type correspond au genre, ou mieux à la section, des *Sphærulites* Delaméthérie, qui n'est peut-être qu'un faciès pleuroconque étalé, et non un genre, que ne veut d'ailleurs pas distinguer Toucas, pas plus du reste que les *Bournonia* qui ne sont pour lui que des *Præradiolites* sans arête ligamentaire. Chez les *Sphærulites*, les lames externes de la grande valve sont, comme nous l'avons déjà dit, très étalées ; le limbe est de même très large, horizontal ou rabattu vers l'arrière, vers le crochet, et à sa surface se dessinent en saillie les deux bourrelets des sinus. Des coquilles de cette allure existent à toutes les hauteurs du Crétacé, *Sph. cantabricus* H. D. de l'Aptien pyrénéen [67] jusqu'à *Sph. Sæmanni* et *Sph. cylindraceus* de la Craie de Royan et jusque dans les pays lointains, par exemple jusqu'aux environs de Hérat en Afghanistan [410], avec *S. Griesbachi* du Cénomanien ou de couches plus élevées.

Les *Radiolites* Lk. 1801, dont le type est *R. angeoides*, si commun dans le Santonien de la Montagne des Cornes, constituent un ensemble plus nettement individualisé. Ces formes conservent également l'arête ligamentaire ; elles sont toujours pleuroconques, mais dressées et jamais étalées. Leur caractéristique réside dans les plis multipliés des lames externes. Les plis *V* et *PD* se perdent dans l'ensemble ; *E* et *S* sont de même seulement marqués par des relèvements bien peu distincts de ceux qui accidentent tout le bord de la grande valve. H. Douvillé dit

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

que ces Radiolites, en général associés aux Hippurites, paraissent « appartenir à la zone côtière ; ils ont vécu à une profondeur notablement moindre que les *Præradiolites* plagioconques ». On les rencontre ainsi, tant d'après lui que d'après Toucas, sortant peut-être des *Præradiolites*, depuis le Turonien notamment du Portugal, *Rad. lusitanicus*, *Rad. Peroni*, ou encore d'Égypte [277], jusque dans le Campanien de l'Ariège, *Rad. Nouleti*, après quoi ils sont absents ou se font beaucoup plus rares.

Dans les Radiolitidés, H. Douvillé met enfin tout à fait à part les Sauvagésinés dont le test est franchement réticulé, et surtout dont la grande valve est pourvue de deux bandes striées ou cannelées. Il en a parlé à plusieurs reprises [79, 176, 234, 269 *bis*], pour distinguer en définitive deux genres successifs : l'un, *Sauvagesia* Bayle *in* H. D. 1887 (type *S. Nicaisei* Coq.), pourvu encore d'une arête ligamentaire ; l'autre, *Durania* H. D. 1908 (type *D. cornupastoris* des Moulins), qui a perdu cette arête ligamentaire [234].

Les principales espèces s'énumèrent ainsi qu'il suit [176] : *S. texana* Rœm. des calcaires vraconniens à Caprines du Texas, *S. Nicaisei* Coq. du Cénomanien d'Algérie et aussi de France, *S. Mantelli* Woodw. du Hâvre et *S. Sharpei* d'Alcantara. Le passage aux *Durania* se fait dans le Cénomanien ou le Turonien et l'on a : *D. Mortoni* Mantell du Turonien anglais, *D. Arnaudi* Choff. du Turonien du Portugal, *D. cornupastoris*, de l'Angoumien des Charentes, *D. runaensis*, Choffat du Turonien supérieur du Portugal, *D. runaensis gaensis* Dacqué d'Égypte, *D. austinensis* Rœm. du Sénonien du Texas et aussi de divers coins du monde, l'Angleterre, Gosau, l'Égypte, la Perse, etc., où l'espèce marque un retour à l'allure primitive du type *Mortoni*.

Après ces citations de 1904, d'autres Sauvagésinés, notamment des *Durania*, sont indiqués en Égypte [277], etc.

L'origine de ce groupe est obscure. Alors que Toucas la cherchait encore dans les *Agria*, H. Douvillé se demande [269 *bis*] s'il ne faudrait pas songer aux *Petalodontia*, c'est-à-dire au genre à forme de Monopleuridé que Počta a créé en 1889 pour des Rudistes du Cénomanien, de l'Unterquader, de Bohême. H. Douvillé a rencontré ces *Petalodontia* d'abord au Mexique [134] dans les couches de Coalcoman, dont l'âge, peut-être cénomanien, n'est pas absolument précisé, et il décrit ou reprend *P. Felixi* H. D. et *P. calamitiformis*. Plus tard, dans l'Urgonien de Brouzet [335], il rapporte au même genre *P. Bruni* H. D. et *P. mutabilis* Math. Dans les deux cas, la valve inférieure est conique ; la valve libre, capuliforme, alors qu'on sait

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

que chez *Agria* et ses dérivés immédiats, la valve libre est très aplatie et même parfois concave. La charnière a toujours l'arête *L*, les dents coniques *B* et *B'* ; mais déjà des apophyses myophores sont présentes, *ma* et *mp* dans les formes américaines, *mp* seulement à Brouzet. Dans une des espèces de Brouzet, *P. Bruni*, des bandes siphonales peuvent amorcer celles des *Sauvagesia*.

H. Douvillé rattache aux Sauvagésinés les *Lapeirousia* Bayle 1878 (type *L. Jouanneti* du Maestrichtien des Charentes). On sait qu'il s'agit de splendides Rudistes sphérulitiformes. La structure est nettement réticulée dans la grande valve. Le limbe de celle-ci, très étalé, est rabattu vers le bas ; l'ouverture comparativement réduite se présente au centre comme un cratère ; à l'intérieur on voit deux piliers ou pseudopiliers, auxquels correspondent des oscules à la petite valve. Les *Lapeirousia* sont parfois de grande taille et, à la fin de sa vie, H. Douvillé a eu l'occasion de conseiller H. Vautrin dans l'étude de formes gigantesques, *L. syriaca*, rapportées du Maestrichtien de Syrie et mentionnées dans son dernier travail [456]. D'où sortent ces *Lapeirousia* ? L'étude des pseudopiliers et des oscules [269 *bis*] peut mettre sur la voie d'une réponse. Les premiers résulteraient de l'enfoncement des bandes *S* et *E* dans le test, après quoi les bords des sillons ainsi produits se seraient soudés laissant toutefois pour chacun d'eux, au milieu du limbe, un vide de section trapézoïdale ou triangulaire, au droit duquel le bord interne dessine la saillie du pseudopilier. Les oscules de la petite valve naissent par un processus analogue et se situent à l'aplomb de la lacune des pseudopiliers. Cherchant donc l'origine des *Lapeirousia* dans des formes de structure réticulée, pourvues de bandes *S* et *E*, mais où l'arête cardinale a disparu, il finit [284, 300] par la trouver à travers des échantillons de Salzbourg et de Gosau, *L. fallax* H. D. (=*R. angeoides* Zitt.), des échantillons santoniens de Tunisie, *L. Pervinquieri* Toucas, jusqu'à des échantillons du Turonien d'Aumale, *L. aumalense* H. D. Les *Lapeirousia* apparaissent ainsi à peu près en même temps que les *Durania* ; ils en réaliseraient la forme étalée, peut-être après un stade plagioconque du genre de ceux précédemment évoqués.

Malgré sa diversité et son polymorphisme, le groupe des Radiolitidés est assez homogène. C'est avec des réserves qu'on peut mettre à sa suite, d'autres types plus singuliers.

D'abord dans le Santonien de Sarlat, Mouret et Arnaud ont rencontré d'assez nombreux exemplaires d'une petite coquille,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

à l'état silicifié dont H. Douvillé [165] fait *Mouretia Arnaudi*. Le test est mince ; la valve inférieure est capuloïde, courbée au sommet mais sans trace de fixation ; la valve supérieure, de même allure, est un peu moins développée. La charnière a les caractères des Radiolitidés. Il s'agit sans doute d'un animal libre, au moins à l'état adulte, peut-être orthoconque et rampant sur le fond, habitant « en eau profonde et dérivant de quelque type à test mince encore à déterminer ». Le nom de *Mouretia* ayant été préemployé par Sowerby pour des Poissons, Cossmann, [*Rev. Paléozoologie*, VIII, 1904, p. 254] le change, en 1904, en *Robertella*, qui devrait prévaloir sur celui de *Sarlatia* que H. Douvillé a lui-même proposé en 1910 [269 *bis*].

Le genre *Rousselia* H. D. 1898 [119] correspond à un premier échantillon (*R. Guilhoti*), trouvé par Guilhot et envoyé par Roussel du Campanien supérieur de Lasserre dans l'Ariège. Légèrement usé, cet exemplaire bivalve est complété par une valve inférieure isolée, qu'a rencontrée L. M. Vidal dans le Maestrichtien de Pobla de Ségur en Catalogne [180]. Au total, avec une valve inférieure conique et une valve supérieure assez fortement convexe, la forme est celle d'une Monopleure. Le ligament, peut-être externe, n'est pas conservé. La charnière est bien du type Monopleure ; mais, alors que la petite valve est compacte, la grande est perforée, à l'extérieur de la ligne palléale et de la charnière, par tout un système de canaux polygonaux, ouverts vers le haut, partiellement comblés vers le bas de couches calcaires concentriques et cloisonnés aussi par des planchers qui ne se correspondent pas d'un canal à l'autre. C'est donc une nouvelle forme à canaux d'allègement ou d'économie de matière, qui peut aussi bien se loger à la suite des Monopleures.

Par contre, les *Radiolitella* H. D. 1904 [180] paraissent bien être des *Radiolites à canaux*. H. Douvillé en a eu connaissance d'abord par Roussel sur des échantillons de calcaires noirs maestrichtiens provenant de la Sierra del Cadi en Catalogne et étudiés en sections. Orienté par Toucas, il a retrouvé dans les Collections de la Sorbonne tout un lot de petites formes analogues, mais bivalves, collectées autrefois et dégagées par Munier-Chalmas dans le Maestrichtien de la Colle di Medea au Frioul. Les deux valves sont costulées extérieurement ; la valve inférieure, conique, évasée, montre très nettement l'arête *L* et les deux bandes *S* et *E* ; la valve supérieure est déprimée en son centre. La valve fixée a seule des canaux, polygonaux, étroitement serrés en plusieurs rangées et de diamètre décroissant vers l'extérieur. Suivant les échantillons, ils peuvent manquer à la pointe, et

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

même totalement. Vers le limbe, ils paraissent obstrués sur l'adulte, par une pellicule calcaire. Spécifiquement, les échantillons du Frioul pourraient être déterminés *Chama forojuliensis* Pirona 1869 ; ceux de la Sierra del Cadi seraient d'une espèce différente. H. Douvillé rapproche *Radiolitella* des *Joufia* Bœhm 1897 de la craie supérieure de Vénétie ; mais dans ce genre, les canaux sont plus petits, plus nombreux, non polygonaux et séparés par des cloisons moins minces que chez *Radiolitella*.

Plus énigmatique est la place du genre *Ichtyosarcolites* Desmarets 1817 (= *Caprinella* d'Orb.). Bien qu'avec *I. triangularis*, il s'agisse d'une coquille remarquée il y a longtemps et banale dans le Cénomanien mésogéen, par exemple dans les Charentes, les Corbières et en Provence, il s'en faut que tous les caractères en soient connus. La grande valve, de grande taille, recourbée en spirale plane, est ici, à la différence des Caprines, la valve fixée, la valve droite, tandis que l'autre, conique, de beaucoup plus petite taille, est la valve libre, la valve gauche. La cavité de la grande valve est subdivisée par de nombreuses cloisons anguleuses, emboîtées, d'où l'aspect en chair de poisson sur les sections longitudinales. La paroi des deux valves montre des canaux polygonaux, petits à la périphérie, plus larges suivant certaines zones internes, ces canaux pouvant être coupés par des planchers qui ne se correspondent pas d'un canal à l'autre. Où mettre ces coquilles singulières ? H. Douvillé [61] les rapproche des Radiolitidés, en faisant intervenir la charnière, à vrai dire inconnue à l'état dégagé et simplement rétablie sur les birostres, si communs par exemple dans les Charentes. Ceux-ci montrent l'empreinte, le tracé, des deux dents *B* et *B'* et des deux apophyses *ma* et *mp*, celle-ci séparée de *B* par l'encoche habituelle, dite rectale.

Plus incertaine encore est enfin la place de formes américaines, décrites à la Jamaïque, dans les couches maestrichtiennes à *Barrettia*, sous le nom de *Caprinula gigantea* par Whitefield en 1897. H. Douvillé reçoit du Dr Sanchez Roig des coquilles analogues provenant de Cuba, à un niveau peut-être un peu plus ancien qu'à la Jamaïque [406, 412]. Ce sont de gros tronçons arqués, atteignant jusqu'à 30 cm. de diamètre, percés de canaux, les uns comparativement étroits (1 mm.), d'autres beaucoup plus gros (10 mm.). La charnière, autant que la section permet d'en juger, rappellerait celle des Monopleures ou de *Petalodontia*. Pour ces types gigantesques, il faut évidemment un nom de genre. H. Douvillé avait pensé en 1926 [406] à celui de *Diatretus* ; mais, en 1924, Trechmann avait proposé celui de *Titanosarcolites* qui doit être adopté.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

A la Jamaïque, Whitefield a décrit *Caprinella occidentalis* dont Trechmann fait le genre nouveau *Antillocaprina*. Le Dr Sanchez Roig en retrouve un tronçon à Cuba et le figure ; malheureusement, si l'on sait que le test est « constitué par des tubes accolés très fins », la charnière et les caractères internes restaient inconnus à l'époque où H. Douvillé [406] a parlé de ces *Antillocaprina*.

Hippuritidés.

Les premières remarques sont relatives au plan général de la coquille [53]. Chez *H. cornuvaccinum* la grande valve, conique, montre l'arête ligamentaire *L*, mais sans ligament, et les deux piliers *S* et *E* ; à l'avant de *L* se trouve une grande cavité *O* ; la ligne *b N b'* est oblique sur *L* ; des deux insertions musculaires, l'antérieure *ma* est subdivisée en deux, *ma* et *ma'* ; *mp* reste simple et se loge, étroitement resserrée, entre *L* et *S*. Comme chez les Radiolites les plus évolués, l'arête ligamentaire peut disparaître ; c'est le cas, par exemple, dans *H. bioculatus*. Alors « la valve supérieure des Rudistes est réduite au rôle d'un opercule solide et fermant complètement la coquille... Un simple relâchement des muscles adducteurs suffit pour permettre à l'eau ambiante de pénétrer dans l'intérieur et l'animal peut... en gonflant soit son pied, soit tout autre organe, écarter facilement ses deux valves ». Ces renseignements sont complétés par l'examen d'*H. radiosus*, le seul Hippurite dont les deux valves avaient alors été obtenues isolées, pour être étudiées en particulier par Woodward. Au total, si l'on ajoute la présence des oscules à la valve supérieure, ces renseignements, pour précis qu'ils soient, restent sommaires. La seconde note [61] n'ajoute guère qu'une première allusion aux canaux de la petite valve, dont la présence incite peut-être à faire chercher l'origine des Hippurites dans les Caprines.

Bientôt, H. Douvillé s'aperçoit que toute l'étude des Hippurites est à reprendre [65]. Il commence à reviser des espèces [66, 72 *bis*] ; puis le travail devient méthodique et s'étend à toutes les espèces connues, lorsqu'il pense avoir trouvé un criterium de classement dans la considération des pores et porules de la petite valve. Ainsi sortent les trois premières parties du Mémoire fondamental dont nous avons parlé.

La petite valve, operculiforme, est percée de canaux qui partent du limbe, se dirigent radialement vers le centre et se terminent plus ou moins loin avec une disposition en doigt de gant. Ces canaux comportent à leur toit des amincissements ou des perfo-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

rations, dites *pores* et *porules*, qui criblent la face supérieure de la petite valve. Ici, il ne s'agit plus simplement d'un allègement de la coquille et d'une économie de matière. Le crible des pores et des porules avait sans doute un rôle physiologique et permettait peut-être des échanges avec l'extérieur, au moins des échanges respiratoires, même lorsque la coquille était fermée.

Au point de vue systématique, un premier groupe correspond aux Hippurites à *pores réticulés* [74]. Les canaux sont larges, peu nombreux, avec une paroi supérieure mince, fragile, souvent effondrée ou détruite. Lorsqu'elle est bien conservée, elle est traversée de pores infundibuliformes, c'est-à-dire rétrécis vers le bas, pores qui sont eux-mêmes coiffés vers le haut, sur les échantillons tout à fait intacts, par un réseau en fine dentelle, décomposant les pores en porules. A ces caractères des pores s'en joignent d'autres, bien visibles sur des sections de la grande valve pratiquées un peu en dessous de la commissure. Chez les Hippurites à pores réticulés, les éléments *L*, *S* et *E* sont rassemblés en un secteur restreint de la circonférence ; la ligne *mp B n B'* est très oblique sur le bord dorsal et, par voie de conséquence, une cavité *O* est très développée en avant de *L*. Sans retenir le détail cependant bien intéressant des espèces créées ou conservées, notons la particularité suggestive de l'une d'elles : au bout de la troncature terminale, fréquente à l'extrémité de l'arête *L*, H. Douvillé a retrouvé [75], chez *H. gosaviensis*, des traces de ligament, conservé ici alors qu'il a disparu chez tous les autres Hippurites. Cette observation confirme l'interprétation de l'arête *L*.

Un second groupe a des *pores subréticulés* [88]. « La couche superficielle est plus épaisse... les pores se transforment en canaux où débouchent les canalicules qui correspondent aux porules. » Vers le limbe, des *canaux secondaires* s'ajoutent, se superposent aux canaux radiaires qui viennent jusqu'au centre. Puis, dans l'étude des pores, on passe aux Hippurites à *pores simples polygonaux*, où le développement des denticules est beaucoup plus réduit.

Une quatrième et dernière disposition est réalisée dans les Hippurites à *pores linéaires* ou *vermiculés* [94]. Les pores sont droits (en bacilles), arqués (en virgule), en forme d'*U*, de *V*, de *S*, exceptionnellement de *W* et même serpentiformes. Si la paroi perforée est mince, les pores débouchent directement dans les grands canaux ; sinon, ils se groupent suivant des mailles polygonales. Les sections des Hippurites à pores linéaires ou vermiculés ont toutes, dans les figures de H. Douvillé, un secteur

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

L, *S*, *E* qui dépasse largement le quart de la circonférence. La ligne *B*, *N*, *B'* devient à peu près perpendiculaire à l'arête cardinale *L*, ou mieux parallèle au bord dorsal, car chez certaines de ces formes, l'arête *L* se réduit et disparaît. La cavité *O* en avant de *L* est réduite. Ces considérations se retrouveront plus loin.

Auparavant, H. Douvillé, continuant ses descriptions précises d'espèces, examine les Hippurites à *replis multiples* [96], c'est-à-dire ceux qui montrent, sur la grande valve, des replis supplémentaires à *L*, *S* et *E*, replis qui vont parfois jusqu'à la cavité interne. Un bon exemple en est déjà fourni par *H. organisans* de la Montagne des Cornes dans les Corbières, « le Batolite tuyau d'orgue » de Denys de Montfort 1808, figuré dès 1781 par Picot de Lapeyrouse sous le nom d' « Orthocératite à gouttière, en tuyau d'orgue ». A Gosau, une coquille analogue, décrite par Zittel sous le nom d'*H. organisans*, est rangée par H. Douvillé dans une espèce nouvelle, un peu moins évoluée, *H. tirolicus*. Pour les deux, il adopte le genre *Batolites* Montfort. Les replis du test ont beaucoup plus d'importance et affectent toute son épaisseur dans *H. polystylus* Pirona, du Sénonien supérieur du Frioul oriental, espèce pour laquelle Meneghini a proposé en 1868 le genre *Pironea*. L'Asie en fournissait une deuxième espèce, *P. corrugata* Woodward, décrite sur des échantillons rapportés par Loftus d'une localité mal précisée dans le Sud-Ouest de la Perse. Enfin, les singularités s'accentuent encore dans d'autre Hippuritidés, trouvés par Barrett dans les calcaires maestrichtiens à Orbitoïdes de la Jamaïque et dénommés *Barretia monilifera* par Woodward en 1862. Le test de la grande valve est ici très épais et la cavité de celle-ci, relativement petite. Les couches tout à fait externes, noirâtres, expédient dans l'épaisseur de ce test de nombreux replis, de véritables cloisons, à section en chapelet, moniliforme, pour chacune d'elles ; ces cloisons alternent en deux ou plusieurs cycles, comme dans un calice de Polypier.

Chemin faisant, dans les fascicules précédents de son grand mémoire, H. Douvillé a décrit toutes les espèces qu'il a eues entre les mains ; il a même dû revenir sur plusieurs d'entre elles [96]. C'est alors que, son travail progressant, il croit reconnaître pour les Hippurites des provinces géographiques, et ses études vont prendre, pour un temps, un caractère régional. Un fascicule [103] est consacré à la Catalogne, qui fait partie de la province dite *occidentale*, la plus importante, la plus riche en Hippurites, semblant avoir même le monopole des formes à pores

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

linéaires ou vermiculés. La province occidentale comprend, en outre de l'Espagne, l'Aquitaine et la Provence. Les niveaux à Hippurites s'y échelonnent en cinq niveaux au moins, du Turonien supérieur ou Angoumien, jusqu'au Maestrichtien. La succession a été longue à établir [86, 87, 91, 91 *bis*, 97, 109] : une faune en particulier, celle dite de l'Ariège près de Leychert et de Benaix au Sud-Est de Foix, n'a trouvé véritablement sa place dans le Campanien qu'avec la connaissance de la série catalane [104]. Une seconde province est dite *orientale* [111] ; elle comprend les Alpes orientales, notamment Gosau, l'Italie, la Sicile, l'Égypte et la Perse. Plus tard [269 *bis*], il étendra sa province orientale jusqu'à l'Indus, que ne dépasserait pas l'extension des Hippurites, alors que les Radiolites vont beaucoup plus loin et qu'on en rencontre notamment dans les régions himalayennes. Il est question aussi, mais avec peu de renseignements car les Hippurites y sont rares, d'une *province américaine*, qui comprendrait le Sud des États-Unis, le Mexique et la Jamaïque.

Ainsi, nous sommes arrivés en 1897, moment où le beau mémoire, d'où sont extraites les principales considérations précédentes, a complètement renouvelé et même créé, peut-on dire, l'étude des Hippurites.

C'est ensuite, en 1903, qu'intervient le mémoire d'A. Toucas, appliquant les mêmes méthodes analytiques que pour les Radiolites. A l'aide de sa belle collection, où presque toutes les espèces ont leurs pores visibles et où les coquilles sont sectionnées et polies en dessous de la commissure, Toucas démêle 16 rameaux parallèles. Il montre chez certains d'entre eux la réduction et la disparition progressive de l'arête cardinale. Pour les grands groupements, il utilise les travaux d'Henri Douvillé sur les pores et les sections ; toutefois il veut se contenter de deux genres plus anciens qu'il reprend. Le premier, le genre *Vaccinites* Fischer 1887 (type *H. cornuvaccinum* Goldf.), a des pores *réticulés* et, caractère corrélatif, sur la section, le *secteur L, S, E est peu étendu*. Le second genre, *Orbignya* Woodward 1862 (type *H. bioculatus* Lamarck), a des pores *linéaires* ou *vermiculés* et le *secteur L, S, E y dépasse largement le quart de la circonférence*. Ce sont bien là les deux groupes extrêmes de H. Douvillé. Mais, pour Toucas, si l'on regarde les sections, les autres formes, à savoir celles à pores subréticulés ou à pores polygonaux, peuvent se répartir dans les *Orbignya* ou les *Vaccinites*. Enfin, les dispositions à replis multiples traduisent des caractères adaptatifs et se greffent soit sur le plan *Orbignya* pour *Batolites*, soit sur le plan *Vaccinites* pour *Pironea* et *Barrettia*.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

H. Douvillé ne souscrit pas à des idées aussi tranchées. Sans doute les extrêmes sont nets; on l'a bien vu plus haut dans son propre mémoire, et l'on peut adopter, si l'on veut, les genres *Vaccinites* et *Orbignya*. Mais il y a aussi des termes intermédiaires, par exemple, pour les spécifier, ceux à pores polygonaux et d'autres, primitifs, à pores plutôt arrondis que linéaires. Il propose pour eux [233, 269 *bis*] le genre *Hippuritella* (type *H. Maestri*), avec le désir non déguisé de souligner d'abord que les *Orbignya* francs sont spéciaux à sa province occidentale et qu'ainsi ils doivent être séparés, ensuite que l'évolution des deux genres adoptés par Toucas peut se faire à partir de formes primitives pour lesquelles le genre *Hippuritella* trouve son utilité. A ce second sujet, il examine les premiers stades des jeunes *Hippuritella* et des *Vaccinites*. La fixation s'effectue vers le muscle *ma*; elle retient en quelque sorte les éléments de la charnière et ce qui leur est associé, notamment le ligament et les siphons. Extrapolant encore, il suggère, d'après les Bivalves vivants, que les siphons sont commandés par un ganglion postérieur, situé sur le bord interne de *mp*, muscle inséré lui-même sur la face interne de l'apophyse qui fait suite à *B*. Ce sont toutes ces liaisons qui entraîneraient la naissance des replis *L*, *S* et *E*. Quoi qu'il en soit, chez *Hippuritella* qui croît cylindriquement en tuyau d'orgue « l'arête cardinale et les piliers se développent habituellement peu ». « Tout autre est le développement de *Vaccinites* ». Une très large fixation dans la région antérieure et une rapide croissance de la section vont faire que cette croissance se fera surtout des deux côtés de la région médiane qui joint la fixation à la charnière. Celle-ci s'enfoncera suivant les tracés à peu près parallèles de *L*, *S* et *E*. Une fois de plus éclate l'invincible habitude d'Henri Douvillé de ne point simplement décrire des formes et chercher des rameaux phylétiques, mais de proposer des explications.

Malgré de nouvelles réactions de Toucas, qui se refuse à admettre le genre *Hippuritella*, qui voit la plupart des pores polygonaux dériver des pores linéaires, qui, au surplus, conteste l'absence des *Orbignya* dans la province orientale, en rappelant la présence d'*O. tirolica* à Gosau, celle d'*O. bioculata* en Serbie, H. Douvillé a maintenu ses trois genres jusqu'à la fin [456].

Au reste, après le gros effort qui a de sa part précédé les travaux de Toucas, H. Douvillé ne s'est plus guère occupé des Hippurites que pour en signaler ou en décrire des espèces lointaines, en Algérie [269 *bis*], en Égypte [269 *bis*, 277], au Liban

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

[269 *bis*] et en Perse [181, 269 *bis*]. En Amérique, à propos de Cuba [406], il reviendra sur les *Barretia* et décrira [412] *H.* (*Vaccinites*) *Sanchezi*, forme assez particulière, où l'on voit l'ébauche de replis multiples et un second pilier très réduit. Cette espèce lui paraît d'autant plus intéressante à signaler que jusque là, en Amérique, il n'avait eu, à part les *Barrettia*, connaissance que de très rares petits échantillons, indéterminables spécifiquement et qu'il rapproche des *Hippuritella*.

VI. GASTROPODES

Jusqu'à la mort de son ami Maurice Cossmann, H. Douvillé a largement utilisé les conseils de ce dernier à propos de Gastropodes. On le voit même ensuite publier [399] une note posthume de Cossmann sur une faune, probablement callovienne, découverte par Sadek au Moghara. Cependant, il s'est souvent astreint à déterminer lui-même les échantillons qui lui parvenaient et qui, à partir du Crétacé, ont comporté parfois de très beaux ensembles. Ainsi s'échelonnent dans le temps : les faunes néocomiennes et albiennes du Moghara [324] ; le lot magnifique des couches à Cérithes maestrichtiennes en Perse [187] ; les deux niveaux des couches daniennes à *Cardita Beaumonti*, d'abord au Béloutchistan [420], puis dans le Sind [429] ; les couches analogues ou plus élevées de l'Himalaya central [315] ; le Sparnacien à Pirènes de Biron près d'Orthez [430] ; l'Éocène du Soudan et du Sénégal [358] ; celui du Pérou [362 et 374] ; enfin le Burdigalien de Loanda, dans l'Angola [446].

Avec les Gastropodes, il s'agit surtout de conchyologie pure, c'est-à-dire de formes de coquille, de caractères de l'ouverture, de détails d'ornementation, sans que toutes ces particularités aient pu être au moins jusqu'ici, comme pour les Lamellibranches, justifiées en quelque sorte et mises en rapport avec des modes de vie déterminés.

H. Douvillé ne serait toutefois plus lui-même, s'il ne traçait pas quelques grandes voies à travers cette classe touffue et si diverse. Ce sont celles-ci que nous voudrions rechercher. Elles s'amorceront à partir du Crétacé et se développeront à travers les faunes indiquées. Auparavant, retenons quelques indications plus fragmentaires sur les Nérinées, puis les Columbellines.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Nérinéidés.

A propos des Nérinées, il insiste d'abord [99] sur l'ouverture d'une *Pseudonerinea* des sables de Glos. Le labre mince, oblique en arrière, est recourbé parallèlement à la suture, dessinant ainsi une échancrure, longue de 5 mm. et étroite de 1 mm., correspondant à la bandelette remarquée par Zittel. Cossmann appuie cette constatation et se demande s'il ne faut pas classer les Nérinéidés près des Opisthobranches. H. Douvillé revient sur les Nérinées à propos des couches à Horiopleures de Yasin au Sud de Pamir [411]. On y trouve des Nérinées usées, déterminées *N. Coquandi* (= *N. Renauxi*) d'Orb. Pourvues de trois plis, deux sur la columelle, le troisième sur le milieu du côté externe, elles montrent une cavité ombilicale sur toute la longueur de la coquille ; par ce caractère, elles font partie du groupe particulier des *Nérinées ombiliquées*, débutant dans le Portlandien et se développant surtout dans les calcaires urgoniens. Dans l'Himalaya central [315], les calcaires maestrichtiens de Tuna fournissent des Nérinées comparées à *N. Ganesha* Nötling du Béloutchistan. La section rectangulaire montre deux plis sur la columelle, et deux plis sur le côté postérieur. L'enroulement rappelle les Campaniles. Il incline cependant pour l'attribution aux Nérinées, à cause de l'épaisseur du test et de la columelle.

Dans le même groupe, il est enfin question [374] du curieux genre *Itruvia* Stol. 1867 (*I. canaliculata* d'Orb.), séparé d'*Itieria*. L'espèce type provient du Turonien inférieur de la Bastide d'Engras et de Saint-Laurent-la-Vernède près d'Uzès. H. Douvillé la reprend à propos d'échantillons du même niveau, rapportés par Bourcart du Nord de Koritza en Albanie. La forme générale est conique, avec dernier tour globuleux. A la partie postérieure des tours, on distingue la bande étroite des Nérinées. Les sections montrent une columelle presque ombiliquée comme dans les *Itieria* ; on y constate aussi un fort pli columellaire et un autre moins saillant sur le plancher. On voit enfin « que l'ouverture se prolonge en avant en une sorte de bec, donnant naissance à une crête spirale semblable à celle qu'on observe dans certaines Nérinées et dans les *Itieria*... Il faut considérer les *Itruvia* comme les derniers représentants des *Itieria* jurassiques ». Cette note met enfin en synonymie le genre *Vernedia* Mazeran avec *Itruvia* et parle de confusions, faites par Mazeran, à propos d'un fossile turonien d'Uchaux, qui est un *Campanile* pour lequel est proposé le nom de *C. Mazerani*.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Columbellines.

Dans le Vraconnien à *Knemiceras Uhligi* du Moghara [324], est créée l'espèce nouvelle, *Columbellina fusiformis*, voisine de *C. Verneuili* de l'Aptien de Morella en Espagne. L'ouverture est décrite comme comportant une convexité à la suite du canal ; puis vient un sinus correspondant au renflement du dernier tour ; après quoi, l'ouverture recouvre en partie le tour précédent et se prolonge par l'encroûtement columellaire en forme d'une lame détachée de la coquille. C'est cette dilatation de l'ouverture et l'épaississement de ses bords qui caractériseraient les Columbellines. Plus que ces détails, une remarque est intéressante, car elle trouvera de larges compléments par la suite : les Canalifères du Crétacé « présentent de très grandes analogies dans leur ornementation : les Fasciolaires, même les Volutidés, se distingueraient mal des Columbellines, lorsque l'ouverture n'est pas conservée. Il semble que ces formes sont étroitement apparentées et peu éloignées du reste des Aporrhaïdés ».

Abordons maintenant les ensembles, qui seront considérés dans un ordre à peu près zoologique, celui suivi en général par H. Douvillé.

Formes primitives à plis columellaires chez les Cônes, les Strombes, les Fuseaux et les Volutes.

Au Tertiaire et à l'époque actuelle, toutes ces familles semblent bien individualisées. Par exemple, les Fusidés et les Volutidés se distinguent, tant bien que mal, par la columelle, qui porte des plis dans les Volutes et en est dépourvue dans les Fuseaux. Si l'on remonte dans le temps, la distinction devient moins nette : des plis sur la columelle se rencontrent dans beaucoup de formes anciennes et cette présence apparaît à H. Douvillé comme un caractère évolutif, destiné à disparaître parfois par la suite. Il a longuement développé ce point de vue, en cherchant à démêler comment ont pu se différencier les groupes « dans une période critique », dans le Crétacé et l'Éocène, où se trouve « le départ d'une série de rameaux » à partir de formes « encore peu éloignées d'une souche commune ».

Il y a d'abord des formes Cônes à plis columellaires, pour lesquelles Stoliczka a proposé, à Gosau, le genre *Gosavia* (type *Voluta squamosa* Zekeli). H. Douvillé restreint le genre aux formes qui ont une échancrure postérieure de l'ouverture, *située*

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

très en arrière, sur la rampe présuturale, comme chez les Cônes et les Pleurotomes. De ces *Gosavia* il ne fait mention qu'avec un moule incomplet de l'Himalaya central, attribué à *Gosavia salsensis* D'ARCH. et H. [315].

Plus intéressants sont, dans le Danien du Sind, des types qui seraient l'origine des Strombes. Il s'agit de formes biconiques. Le cône antérieur est séparé du postérieur par une carène tuberculée au moins chez le jeune. L'échancrure du labre correspond ici à la carène. Ainsi est distingué un premier genre, *Diploconus* (type *D. elegans* nov. sp.). Cette espèce a les caractères indiqués. Deux tiers de la longueur reviennent au cône antérieur ; un tiers, au postérieur, notamment à la spire. La columelle porte trois plis lamelliformes analogues à ceux des Turbinelles actuelles, avec un quatrième moins accentué en avant ; le bord columellaire notablement épaissi forme en arrière une véritable callosité. Cette espèce paraît bien voisine de *Turbinella supracretacea* et de *T. plicata* BINK. de Maestricht, peut-être aussi de *Mitra limburgensis* du même niveau, cependant plus noduleux sur la carène. Au Sind même, une espèce nouvelle, *D. crassus*, a la spire courte et des tubercules bien développés sur la carène postérieure [429].

Un stade de plus est franchi au Sind même, avec de vrais Strombes, mais des *Strombes à plis columellaires*, pour lesquels il propose le genre *Prestrombus* (type *P. Vredenburgi*). Par comparaison avec *D. elegans*, *Prestrombus* a une carène moins saillante, une spire moins développée, une coquille moins élancée. Le labre se dilate, s'allonge en arrière et vient empiéter sur les deux tours précédents. Ainsi naît une coquille ailée de Strombe, en même temps que l'échancrure du labre donne un demi-bourrelet arrondi qui s'infléchit en arrière comme chez certains Strombes. Comparée aux vrais Strombes, *Prestrombus* est plus conique. Ce stade conique est cependant conservé dans les jeunes *S. Fortisi* de l'Éocène, *S. Bonelli* du Miocène et jusque dans l'adulte de *S. Suessi* de l'Éocène supérieur du Vicentin.

Ainsi, les Strombes naîtraient, vers la fin du Crétacé, dans certains Fusidés à plis qui, par leur forme, rappellent les Cônes. H. Douvillé ajoute que les Thersitées, les Gastropodes si curieux, bossus et difformes, fréquents à l'Éocène dans certains faciès de l'Afrique du Nord et qu'on rattache parfois aux Strombes, pourraient aussi dériver de son genre *Diploconus*. Une espèce de petite taille (*T. gracilis*) est très analogue à *D. elegans*, aux plis près, dont elle est dépourvue, et avec une callosité et une gouttière postérieure plus marquée.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

D'autres considérations bien intéressantes sont émises à propos des *Fusidés à plis* avec les genres nouveaux *Eovasum* et *Heligmotenia*.

Eovasum est créé [358] pour une forme bien connue du Mokatam égyptien, *Turbinella frequens* Mayer-Eymar, considérée par Cossmann comme un *Vasum*, quoiqu'elle n'en ait pas le canal étroit, déversé vers l'extérieur. H. Douvillé va y trouver l'origine des *Melongena*. Il établit surtout la comparaison dans une note spéciale [374], où il utilise non seulement *E. frequens*, mais aussi des échantillons de l'Éocène du Pérou décrits sous le nom d'*E. peruvianum*. Le labre de *Melongena* (type *M. melongena* actuel) présente, comme celui d'*Eovasum*, une échancrure antérieure qui se traduit par un bourrelet antérieur sur la coquille ; puis vient, sur le côté, un autre bourrelet, dit par H. Douvillé *bourrelet cervical* ou encore *bourrelet nucal*, analogue à celui que l'on rencontre chez les Strombes, et souvent épineux ; enfin, à l'arrière, une échancrure postérieure et une large callosité, surtout développée lors des arrêts de croissance, donnent un nouveau bourrelet irrégulier qui vient masquer les épines des tours précédents. Cette dernière disposition, très accusée chez *Melongena* l'est aussi dans *E. peruvianum*. Mais la grosse caractéristique des *Eovasum* est d'avoir des plis sur la columelle, trois dans *E. frequens*, quatre dans *E. peruvianum*. Ce sont en somme des *Melongénidés à plis columellaires*. Le genre est présent dans d'autres gisements. Dans l'Éocène moyen du Sénégal, on retrouve *E. frequens* ou des variétés, dont un moule atteint 73 mm. de longueur. Peut-être plus bas, dans l'Éocène inférieur, à Tamaské au Soudan, *E. soudanense* nov. sp. serait une prémutation, avec un plus grand nombre de plis, une dizaine à la columelle. Plus bas encore, dans le Danien du Sind, *E. indicum*, nov. sp. est une espèce robuste à 4 plis columellaires. Ainsi les *Eovasum* se distribuent du Danien à l'Éocène, avec une répartition géographique sur laquelle insiste H. Douvillé : du Sind, à l'Égypte, au Soudan, au Sénégal et au Pérou, *ils paraissent se localiser au Sud de la Mésogée*.

Heligmotenia correspond à de gros échantillons, atteignant jusqu'à 150 mm. de longueur, dont la forme rappelle les *Heligmotoma* M.-Eymar d'Égypte (type *Melongena nilotica*), mais pourvus de trois plis lamelliformes à la columelle. Le type est *H. Molli* nov. sp., de l'Éocène inférieur de Tamaské et aussi du Sénégal. Sans retenir les détails, la forme rappelle tout à fait les *Fulgur* et H. Douvillé se demande s'il ne s'agit pas de *Fulgur à plis columellaires*. Un moule, long. de 70 mm., est indiqué

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

sous le nom d'*H.* cf. *Molli* dans le Danien du Sind, où débuterait le genre.

Jusqu'ici, il a été longuement insisté sur des formes primitives, pourvues de plis columellaires. On en a vu l'intérêt avec *Gosavia*, peut-être ancêtre des Cônes, avec *Diploconus* et *Prestrombus*, ancêtre des Strombes et peut-être des Thersitées, avec *Eovasum*, ancêtre des *Melongena*, avec *Heligmotenia*, voisine des *Fulgur*. Mais à côté de ces genres spéciaux, il y a des Fusidés et Volutidés plus classiques ; on le sait, et de reste, dès l'Éocène inférieur. Dans le Crétacé et le Danien, les genres habituels sont d'autant plus nets qu'on en a exclu les types particuliers qui précèdent.

Si dans le Maestrichtien de Perse, les déterminations sont encore flottantes pour certaines attributions aux Fusidés, aux Buccins et aux Murex « encore peu éloignés d'une souche commune », il y a cependant avec eux des *Volutilithes* et des *Lyria* francs dans les Volutidés. Dans le Danien du Sind, les citations deviennent déjà plus assurées avec un Fusidé, *Mayeria nodulosa* Stol. Les Volutidés aussi, devenus plus homogènes, prenant véritablement un « air de famille », sont représentés par des formes allongées, à côtes axiales, tout au plus coupées de sillons spiraux, sans les tubercules et les épines qui apparaîtront dans le Tertiaire ; tel est le cas de *Volutocorbis indica* nov. sp. Dans l'Éocène du Soudan et du Sénégal, aussi bien que dans les Calcaires à Operculines de l'Himalaya central, de même que dans le Sparnacien de Biron ou dans le Burdigalien de Loanda, les genres sont ceux habituels du Tertiaire et ne soulèvent aucune remarque particulière.

Cônes et Pleurotomes.

H. Douvillé rencontre déjà un lot important de Pleurotomes dans les couches maestrichtiennes à Cérithes de Perse. Tous se rapprochent du sous-genre *Drillia*, à canal relativement court et échancrure large entre la suture et la carène. Ainsi est décrite une espèce nouvelle très polymorphe, *Drillia Morgani*, avec des variétés *nodosa*, *gracilis* et *curta*, celle-ci faisant passage à une autre espèce, *D. persica*.

A Biron, la faune est plus variée avec des *Cryptoconus*, des *Surcula*, des *Catenotoma*, des *Borsonia*, tous genres dont les caractères sont rapidement rappelés et qui, à côté de formes connues, nécessitent la création d'espèces nouvelles.

A Loanda, plus grande richesse encore et utilisation de cou-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

pures génériques plus nombreuses, jusqu'à *Genotia*, le Génot d'Adanson, dont le dernier tour est conique et se rapproche de celui des Cônes.

Pour les Cônes eux-mêmes, sauf ce qui a été dit pour les formes à plis columellaires, il n'en est question que dans le même Burdigalien de Loanda, où sont représentés les deux sous-genres de Cossmann : *Conospira*, à spire très saillante et tours étagés, et *Lithoconus*, où les tours présentent en arrière une carène anguleuse et où les rampes successives constituent une surface presque continue.

Aporrhaïdés et Rostellaridés.

« Ayant rattaché les Strombes aux Fusidés..., il devient nécessaire, dit H. Douvillé [429], de constituer une nouvelle famille pour les Rostellaires... Leur rapprochement avec les Aporrhaïdés semble douteux... Les *Pterodonta* typiques à ouverture arrondie... constituent un groupe à part. » Au total, abstraction faite des *Pterodonta*, dont il n'a pas eu à s'occuper, il reste donc deux familles : les Aporrhaïdés et les Rostellaires.

Les Aporrhaïdés sont d'apparition ancienne. Il a l'occasion d'en citer d'abord dans le Bajocien du Moghara, avec le genre *Alaria* (qu'il vaudrait mieux appeler *Dicroloma* Gabb., le nom d'*Alaria* ayant été préemployé pour une Volute), représenté par deux formes : *Alaria armata* M. et Lyc. race naine et *A. tumida* Laube.

Dans l'Aptien et l'Albien du Moghara, la diversité est plus grande. *Drepanochilus calcaratus* Sow. var. *ornata* du Vraconnien est déterminé par comparaison avec le type de Blackdown. *Perissoptera glabra* Forbes, race *asiatica*, de l'Aptien, rappelle tout à fait l'espèce d'Atherfield. *Harpagodes Beaumonti* d'Orb., de l'Aptien à Orbitolines, appartient au groupe spécial des *Harpagodes*, dont il conviendrait peut-être de faire une famille à part. L'ornementation, avec 4 grosses côtes spirales, séparées par des côtes intercalaires, est en effet différente de celle de tous les Aporrhaïdés précédents, où l'on n'a en général qu'une carène spirale médiane, recoupée par les côtes longitudinales obliques bien connues d'*A. pespelecani*.

Dans l'Himalaya central, au niveau des couches à Gastropodes, *Drepanochilus fusoides* d'Arch., toujours orné de côtes longitudinales, rappelle des formes figurées par Stoliczka de la Craie de Trichinopoly. Au Soudan enfin, *Chenopus* (*Maussenetia*) *dimorphospira* Coss. et Piss. a 8 filets spiraux sur le dernier tour,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

puis une carène postérieure se recourbant franchement en arrière en approchant de l'ouverture.

Pour les Rostellaires, H. Douvillé se demande [429] s'il ne faut pas en remonter l'origine à *Pterodonta terebralis* STOL. du Cénomanien de l'Inde. La famille est caractérisée par une grande extension du manteau, produisant une aile dilatée comme dans *Hippocrene*, et surtout par des callosités pouvant arriver à recouvrir entièrement la coquille d'un enduit brillant, comme on le verra plus loin.

Auparavant, dans le Béloutchistan, *Chenopus tibeticus* nov. sp. fait partie d'un petit groupe bien développé dans la Craie (*Pterocera Cotteaui* TH. et PER. du Santonien algérien, *Pugnellus digitatus* de la Craie du Béloutchistan). L'espèce en question a une grande aile, lisse en avant, puis pourvue de 8 à 9 petites côtes, suivies de deux postérieures, plus fortes, dont la dernière donne un pli qui se recourbe sur la spire. *Ch.*? (*Hippocrene*) *columbarius* D'ARCH. et H., qui a des analogues à Gosau, présente une grande aile descendant jusqu'à la pointe de la coquille. A Biron, *Rostellaria* (*Amphogladius*) *maxima* ROUAULT et, à Loanda, *R. dentata* GRAT. var. *loandensis* sont encore des Rostellaires « de forme habituelle ».

Cela s'entend par opposition aux Rostellaridés où l'enduit externe de la coquille prend du développement.

Au Sind d'abord, H. Douvillé trouve des *Cyclomolops* (type *R. sublævigata* DESH. de l'Éocène parisien). Le genre remonterait à *R. palliata* FORBES de la Craie supérieure de l'Inde et il a aussi des représentants à Mons (*R. Houreaui* B. et CORN.). Il est caractérisé par deux prolongements de l'ouverture, séparés par une fissure, l'un postérieur au labre, l'autre prolongeant la callosité columellaire qui est bien délimitée. D'après H. Douvillé, les *Cyclomolops* à test lisse pourraient être l'origine des *Calyptrophorus*, costulés comme les Rimelles, et où la couche vernissée est plus développée. Quoi qu'il en soit, les *Cyclomolops* figurent au Sind avec *C. Vredenburgi* nov. sp., qui a bien les caractères du genre.

Par *Pugnellus*, on est conduit à la forme tout à fait singulière de l'Éocène du Pérou pour laquelle H. Douvillé a créé [371] le genre nouveau *Aulacodiscus* (type *A. Lissoni* nov. sp.). Il s'agit d'une sorte de galet arrondi, discoïde, présentant sur la tranche une ouverture ovale; celle-ci occupe la moitié du diamètre total et elle se continue en avant par un sillon étroit et profond, qui se prolonge sur tout le pourtour, pour revenir à peu de distance de l'ouverture. En brisant ce curieux fossile, H. Dou-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

villé constate qu'à l'intérieur il y a une coquille spirale, présentant sur les premiers tours quelques côtes axiales, en somme une coquille de Rostellaire. *Aulacodiscus* exagère la disposition des *Calyptrophorus* ; le manteau déborde et enveloppe complètement la coquille devenue interne et la recouvre entièrement d'un tissu brillant, porcelané, analogue à celui des Cyprées.

C'est enfin au voisinage des formes précédentes qu'il faut placer un autre genre non moins intéressant : *Pereiraia* Crosse (type : *Pleurotoma Gervaisi* Bayan du Burdigalien portugais). On le rattache d'habitude aux Strombes, mais il est peut-être mieux placé à côté des Rostellaires. La particularité principale réside dans une échancrure postérieure à l'ouverture et dans un vernis columellaire : l'échancrure donne une gouttière très étroite qui court le long de la suture et se prolonge jusqu'à l'origine de la coquille ; le vernis columellaire recouvre lui-même une partie des tours précédents et en revêt notamment la carène tuberculée. Dans le Burdigalien de Loanda, H. Douvillé décrit une espèce nouvelle, *P. africana* ; le dernier tour y occupe les 3/5 de la longueur ; la spire est ainsi beaucoup plus courte que dans l'espèce type. Les tubercules, revêtus par la callosité qui prolonge la callosité columellaire, sont au nombre de 15 sur le dernier tour.

Les *Terebellum*, à ouverture dilatée en avant, très amincie en arrière et donnant une canaliculation suturale comme dans quelques types précédents, peuvent encore être placés non loin des Rostellaires. Ils sont présents notamment dans les calcaires à Gastropodes de l'Himalaya central, avec *T. distortum* d'Arch. et H., rappelant l'espèce plus mince et plus élancée de Cuise, *T. fusiforme* Desh.

Buccins, Olives et Cyprées.

Des Buccins, il y a peu à dire sinon que déjà bien différenciés dans la Craie [187], on les rencontre dans le Sind avec *Pseudoliva*, caractérisé par son sillon situé vers la moitié ou le tiers antérieur du dernier tour (*P. robusta* B. et Corn. race *indica*, *P. canaliculata* B. et Corn.). A Loanda, les Buccins montrent une diversité sur laquelle il est inutile d'insister, pas plus que sur les genres à columelle tordue, *Nassa* et *Terebra*.

Dans les coquilles vernissées extérieurement, les Olividés, qu'il faudrait plutôt rapprocher des Volutidés, sont représentés déjà dans le Sind (*Ancilla vetusta* Forbes).

Dans les Cypréidés, passant sur les Ovules proprement dites

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

(*O.* cf. *ellipsoides* D'ARCH. et H. dans l'Himalaya central), retenons d'abord les *Gisortia*, « grandes Ovules dans lesquelles l'ouverture est prolongée en arrière,... fréquentes dans l'Éocène de tous les pays », soit lisses, soit ornées. Elles seraient déjà présentes dans la Craie supérieure de l'Aquitaine, avec *Globiconcha ovula* D'ORB., bien voisine de formes, sans doute lisses, des couches à Gastropodes de l'Himalaya, déterminées *G. depressa* SOW. Il y a aussi des *Gisortia* dans l'Éocène du Soudan et du Sénégal : *G. brevis* nov. sp., moins cylindroïde que la précédente.

Au Sind, dans les Cypréidés, est mentionné le genre *Bernaya* COSSMANN (*B. expansa* D'ARCH. et H., *B. globa* nov. sp.), qui se distingue des *Eocyprea* du même auteur par l'absence de la saillie en arrière du bord épaissi du labre. A Loanda enfin, se trouve une espèce du Miocène aquitain, *C.* (*Cavicypraea*) *leporina* LMK.

Tritons et Murex.

Passant sur les Cassidés et les Doliidés, pour lesquels les gisements étudiés par H. Douvillé n'apportent aucune généralité nouvelle, quelques indications peuvent être retenues à propos des Tritonidés.

Il rappelle que Fischer les sépare du grand groupe des Siphonostomes et les rapproche « des Cassidés et autres formes à varices pour les placer en tête des Tænioglosses, d'après les caractères fournis par la radule » [187]. Antérieurement du reste [100], il avait contesté l'importance attribuée à la radule pour la classification, radule dont les dispositions sont peut-être évolutives ou adaptatives. Quoi qu'il en soit, des Tritons, avec une ornementation bien voisine des Fusidés anciens, et constituée comme chez ceux-ci par des côtes longitudinales croisées par des filets spiraux, sont signalés dans la Craie de divers pays et montrent des varices bien nettes (*T. gosavicum* ZEK., à Gosau). On en retrouve dans les couches à Cérithes de Perse, avec *Tritonium* cf. *Mariae* B. et CORN., espèce de Mons, et *Tritonium* (*Sassia*) sp., échantillon bossu comme dans les *Sassia*. Des Tritons (*Lampusia*) et des Ranelles, il est encore question au Loanda, en même temps que de Muricidés, H. Douvillé disant que cette famille, les Tritonidés, « ressemble aux Muricidés par les varices et la disposition du canal ; elle en diffère par sa surface non muriquée ». Des formes banales de *Murex* se rencontrent à Biron (*Murex tripteroides* LMK., espèce parisienne).

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Cérithidés.

On sait à quelles difficultés se sont heurtés tous les auteurs qui ont essayé d'y reconnaître des ensembles naturels. H. Douvillé commence par déclarer [187] que, dans ces coquilles comme dans celles des Canalifères proprement dits dont il a été question précédemment, l'échancrure antérieure de l'ouverture, allant parfois jusqu'à un véritable *canal*, n'a qu'une *signification évolutive* et peut apparaître, puis se développer, dans des groupes les plus divers. Pour séparer ceux-ci, il préfère s'adresser à l'ornementation, en particulier à la forme du labre, que traduit déjà sur la coquille *l'allure des stries d'accroissement.* C'est ainsi qu'avec la considération du labre, il distingue les *Cérithidés proprement dits* des *Campanilidés*. Les Cérithidés ont un labre sinueux, légèrement concave, parfois presque droit, par opposition aux Campanilidés, où le labre a la forme d'un S renversé que nous retrouverons plus loin.

Les Cérithidés débuteraient dès l'Infralias avec deux genres de Cossmann, *Paracerithium* et *Procerithium*. La distinction, peut-être nette à l'origine, devient par la suite assez fugace. Tous deux ont des cordons spiraux, lisses, ou bien perlés au croisement des stries d'accroissement. Chez *Paracerithium*, ces cordons sont surélevés de distance en distance pour donner des côtes longitudinales (les *côtes axiales* de Cossmann), qui apparaissent plus tard et ne sont même représentées que sporadiquement dans *Procerithium*.

H. Douvillé cite ou décrit sous le nom de *Procerithium* un assez grand nombre de formes, en général petites, plus ou moins analogues à celles de Gosau, qu'il rencontre tant dans les couches à Cérithes de Perse que dans celles à *Cardita Beaumonti* du Sind et du Béloutchistan.

Le genre *Potamides* se distinguerait de *Procerithium* par l'absence de varices [187]. Il en cite en Perse et au Béloutchistan. Une espèce nouvelle, *P. chaparensis* du Béloutchistan, a un labre échancré. A ce titre, elle rappellerait les *Glauconia* et les *Morgania* dont il sera question plus loin ; mais l'ornementation est davantage celle des *Tiaracerithium* ou des *Terebralia.*

Le genre *Tiaracerithium* Sacco, créé pour *C. tiara* et *C. tiarella* de l'Éocène moyen et supérieur parisiens, serait représenté au Béloutchistan.

Orthochetus Cossmann (*C. Leufroyi* de l'Éocène moyen) se distingue par un canal droit assez long, un test treillissé et des tours carénés en avant. Le genre existerait dès Gosau et le Maestrichtien de Perse.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Du genre *Cerithium*, « restreint aux formes ayant sur toute la surface des cordons spiraux, inégaux, croisés de grosses côtes longitudinales en nombre variable », il a parlé, en Perse, à propos de *C. Stoddardi* Hislop. Mais ensuite, il a rangé cette belle espèce dans le genre *Pyrazus* que nous retrouverons plus loin. Auparavant, groupons au voisinage des genres précédents les formes rapportées à *Terebralia* et *Semivertagus*.

Les *Terebralia* Swainson, dont le type, *T. palustris* Brug., est une forme saumâtre actuelle de l'Inde et autres régions tropicales, ont un canal et leur columelle est tordue. Dans le Crétacé, les couches charbonneuses campaniennes des Balkans, à *Cyrena solitaria*, fournissent *T.* cf. *Prosperi* d'Orb., espèce de Montdragon, qui se retrouve à Gosau et est représentée dans l'Inde [198]. D'autres espèces sont reconnues ou décrites dans le Maestrichtien de la Perse et le Danien du Sind. Ces formes du Crétacé ont bien l'ornementation des *Terebralia*, c'est-à-dire des côtes spirales larges et aplaties, croisées par des côtes axiales se correspondant souvent d'un tour à l'autre. Toutefois le canal est moins tordu ; la columelle est presque dépourvue de plis. Ce sont là des caractères anciens et ce petit groupe d'espèces du Crétacé « comprendrait peut-être les formes ancestrales des *Terebralia* actuels ».

Au voisinage, *Terebraliopsis* Cossm. comprend des coquilles, en général en mauvais état, connues depuis le Cénomanien, plus ou moins pupoïdes, pourvues de cordons spiraux et de grosses côtes axiales. H. Douvillé en cite au Béloutchistan.

Semivertagus Cossm. présente la dépression ou le canal court que l'on observe dans beaucoup de formes secondaires. L'ornementation est celle de *Diastoma* qui n'a pas cette échancrure, ou encore celle de *Vertagus*, avec seulement des stries spirales très fines. H. Douvillé en trouve une espèce dans le Maestrichtien de Perse : *S. unisulcatus* Lmk., présente à Mons, mais avec une taille moindre.

A côté de ces formes petites ou moyennes de la section des Cérithidés, il y a lieu d'insister davantage sur le genre *Pyrazus* Montf. Suivant l'usage, H. Douvillé adopte le nom pour le groupe de *C. angulatum* Solander du Lutétien parisien, c'est-à-dire pour des Cérithidés à grosses côtes longitudinales, souvent alignées d'un tour au suivant, striées et se terminant plus ou moins brusquement en arrière par une saillie tuberculiforme. Le labre de l'adulte, lorsqu'il est conservé, montre une expansion très caractéristique vers le bas. Dans le Maestrichtien persan et les couches à *Cardita Beaumonti* du Béloutchistan, de nombreux

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

échantillons paraissent s'y rapporter. L'ornementation, avec ses grosses côtes, rappelle certaines Pirènes adultes ; mais celles-ci, ainsi que nous le verrons plus loin, ont un jeune différent. Dans les *Pyrazus*, H. Douvillé range *C. Stoddardi* Hislop des Intertrappean beds de l'Inde, espèce retrouvée en Perse, avec d'autres formes : *P. pyramidatus* Desh., espèce de Cuise, *P. stillans* Vidal du Danien catalan, représenté ici par une race *persica*, *P. elongatus* nov. sp., plus allongée que la précédente. Dans le Sind, *P. Nutalli* nov. sp. est voisin de *Stoddardi* et de *stillans*, mais beaucoup plus allongé. Les plus beaux échantillons proviennent du Danien du Béloutchistan, où à côté de petits *P.* cf. *stillans*, il décrit une très grande espèce nouvelle, *P. expansus*, probablement la géante du groupe (12 cm. de longueur), à spire courte, se distinguant par l'immense expansion de l'ouverture qui se prolonge en arrière le long de la spire, presque jusqu'à son extrémité.

Au début, comme nous l'avons dit, H. Douvillé [187] avait rangé *C. Stoddardi* dans le genre *Cerithium* s. str. ; mais ensuite [429], il ne peut plus séparer cette espèce de celles qu'il attribue au genre *Pyrazus*. Ainsi, dans le Maestrichtien de Perse, on se trouverait « au point où le genre *Cerithium* s'est détaché des *Pyrazus* plus anciens et bien caractérisés dès le Crétacé inférieur ».

Campanilidés.

La coquille est régulièrement conique, sans côtes ni varices ; mais c'est surtout la forme du labre qui est caractéristique. Le bord de celui-ci, après un canal généralement bien marqué, est d'abord très oblique vers l'avant, puis il se coude et se prolonge suivant une génératrice de la coquille ; il se recourbe enfin brusquement vers l'avant au voisinage de la suture. C'est ainsi que se dessine l'S renversé dont il a été question plus haut, et ces caractères sont bien ceux du labre de l'espèce actuelle, *C. læve* de la Nouvelle Hollande. Le tour, souvent caréné à la partie antérieure, a une section quadrangulaire permettant de distinguer un plafond, le labre proprement dit, le bord columellaire, enfin un plancher. Extérieurement, l'ornementation comporte des cordons peu nombreux, plus ou moins perlés, dont le principal est en avant de la suture et comporte parfois des tubercules plus gros, allongés dans le sens de la génératrice du cône. A l'intérieur, il y a parfois aussi des plis spiraux, deux autour de la columelle, un troisième sur le plancher, auxquels peuvent

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

s'ajouter des tubercules variqueux tant sur le plancher qu'au plafond. Ces caractères internes rappellent les Nérinées, mais ils ne sont pas constants, et de plus les *Campanile* n'ont pas immédiatement en avant de la suture la fissure fréquente dans celles-ci.

H. Douvillé admet que les *Campanile* ont pu débuter dans le Bajocien avec *C. Circe*. Il les étudie surtout dans le Maestrichtien de Perse, où ils ont, dit-il, *leur plus grand développement*. Il y décrit en effet toute une série de belles espèces nouvelles : *C. Morgani*, à ornementation de *Potamides*, et sa variété *depauperata* où il n'y a plus qu'un cordon antésutural de grands tubercules et un autre plus petit constituant la carène antérieure ; *C. persicum*, plus allongé que la variété précédente ; *C. breve*, plus court que *C. Morgani* et à 2 plis spiraux au lieu d'un sur le plancher ; *C. robustum*, à gros tubercules sur les 2 carènes, *C. curtum*, le plus court de tous. Le Danien du Béloutchistan a fourni *C. breve* et une forme très allongée, *C. elongatum*, rappelant *C. giganteum*, mais plus petite, à tours beaucoup plus obliques et à ornementation différente. Dans le Danien du Sind, beaucoup moins riche en Cérithidés et en Mélaniidés que celui du Béloutchistan, il n'est question que de *C. Morgani* et de *C. breve*. Dans l'Himalaya, H. Douvillé signale *C.* cf. *breve* dans les calcaires à Gastropodes et les couches à Operculines, celles-ci fournissant en outre une espèce encore plus courte, *C. brevius*.

Indépendamment de cette splendide floraison asiatique vers la fin du Crétacé, il signale plus tard des *Campanile* d'un intérêt moindre dans les couches sparnaciennes à Pirènes de Biron : *C.* cf. *giganteum* et *C.* cf. *Benechei*

Mélaniidés.

Les Mélaniens sont parfois difficiles à distinguer des Cérithidés. Néanmoins, comme on va le voir à propos des Pirènes, un caractère, déjà mentionné, peut être trouvé dans la considération du jeune, *en général différent de l'adulte*.

Le genre *Pirena* Lmk. 1812, vraiment défini en 1816 (= *Melanatria* Bowdich 1822), a pour type une coquille fluviatile actuelle de Madagascar, *P. madagascariensis* Lmk. (= *P. spinosa* Lmk.), qui se rencontre avec une forme moins ornée, beaucoup plus abondante, *P. fluminea*. Les stades successifs de l'espèce type, particulièrement utiles à considérer, nous permettront de grouper ensuite bien des considérations intéressantes. Un premier

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

stade montre des côtes axiales, minces, rapprochées, légèrement obliques, croisées de cordons spiraux. Puis, dans un deuxième stade, des tubercules se montrent au tiers postérieur des tours, alors qu'en arrière se développe une bande spirale suprasuturale, une sorte de *fasciole*, lisse ou ornée de minces filets spiraux ; et elle est limitée à l'avant par le filet spiral qui réunit les tubercules. Continuant à examiner l'évolution de la coquille, sur le dernier tour, on constate d'abord l'existence d'un méplat ventral, au delà duquel reparaissent d'habitude les tubercules. Enfin, l'ouverture présente un profond sinus correspondant à la bande, à la fasciole présuturale ; en avant, le labre dessine une languette saillante, large, arrondie et limitée par une légère dépression nucale, bien moins accentuée que chez d'autres Mélaniens ; à la partie tout à fait antérieure, un deuxième sinus se présente comme le vestige d'un canal. Autre détail : la plupart des coquilles de Madagascar perdent leur pointe et la cassure est bouchée par une sécrétion supplémentaire.

Les renseignements se complètent avec la considération d'autres formes. Dans les *Pirenopsis* Brot 1874 (*Melania costata* Quoy et Gaymard, rapporté par l'Astrolabe), le stade costulé du jeune dure jusque dans l'adulte. Par contre, l'évolution des Pirènes peut aller plus loin que dans *P. madagascariensis*, avec le développement des tubercules en véritables épines. C'est le cas dans *P. pireniformis*, de l'Éocène inférieur, où ce troisième stade, épineux, lorsqu'il est très accentué, a fait créer une espèce spéciale, *P. Caroli*. Le stade épineux est encore plus marqué dans *P. spinosa* Desh. (non Lmk., = *P. Suzanna* d'Orb.). Dans *P. Dufresnei*, toujours du Cuisien parisien, le deuxième stade est à peine indiqué ; l'âge moyen est lisse ; puis vient le stade épineux ; le méplat ventral est bien marqué. A l'Éocène moyen, « le groupe émigra dans la Mésogée », dit H. Douvillé. *P. vellicata* de la Palarea a encore des dispositions cuisiennes. *P. auriculata* de Ronca voit le canal s'accentuer par suite du développement de la languette, et l'aspect devient cérithiforme. La disposition est plus frappante encore dans les belles coquilles pupiformes du Monte Postale au Vicentin. *C. palæochroma* Bayan, pour lesquelles Mayer-Eymar a créé le genre *Bellardia* : la languette du labre s'avance beaucoup en avant, et le canal se transforme en une sorte de fente étroite ; dans le jeune, on constate d'abord le deuxième stade costulé ; puis la coquille est lisse comme chez *P. Dufresnei* ; ensuite vient le stade épineux ; finalement s'accuse le méplat du dernier tour, limité par un fort bourrelet.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Après ces préliminaires, intégralement empruntés à H. Douvillé [374 et 430], abordons ses apports personnels, relatifs surtout aux faunes du Crétacé terminal asiatique et à la faune sparnacienne de Biron en Aquitaine.

Les Pirènes seraient déjà représentées dans le Cénomanien provençal (*Melania striatocostata* Cossm. = *Tympanotonus Vasseuri* Repelin) ; on en trouve aussi à Gosau (*Cerithium Simonyi* et *C. problematicum* Zekeli). Ces formes sont assez spéciales : leur jeune montre des côtes axiales simples, arrondies, fortes, striées transversalement ; puis, brusquement, apparaissent des tubercules devenant de fortes épines recourbées ; la bande postérieure, la fasciole, est en général indiquée. Pour les espèces de Gosau, Cossmann a proposé le genre *Echinobathra*, qui « est à conserver, dit H. Douvillé, et se place en tête des Pirènes ».

Dans les couches à Cérithes de Perse, les coquilles sont déjà de faciès tertiaire, avec toutefois une plus grande taille : *Pirena robusta* nov. sp., rappelant *P. vellicata*, mais plus courte ; *P.* cf. *Suzanna*, représentée par de gros fragments. Quant aux couches à *Cardita Beaumonti,* elles ne renferment pas de Pirènes au Béloutchistan, tandis que dans le Sind, *P.* (*Bellardia ?*) *indica* nov. sp. rappelle une espèce du Danien d'Ajka dans le Bakony Wald, et *P.* (*B ?*) *vicina* nov. sp. se rapproche de *P. vellicata.* L'ornementation rappelle encore le Tertiaire ; l'ouverture est toutefois inconnue ; aussi ne peut-on affirmer qu'il s'agisse bien de *Bellardia*, dans lesquelles Cossmann rangeait déjà *P. vellicata.*

Le Sparnacien de la tuilerie de Biron est très riche en Pirènes, au point qu'H. Douvillé y parle de « couches à Pirènes » ; mais ces Pirènes accompagnent une faune franchement marine, alors qu'aujourd'hui le genre se cantonne dans les fleuves de Madagascar. En même temps qu'il revoit les espèces de l'Éocène inférieur de Cuise et d'ailleurs, il cite à Biron : *P. ortheziana* (Grat.) d'Orb., *P. pyrenaica* Grat., décrites d'abord comme *Cerithium spinosum* (*non P. spinosa* Lmk. = *P. Suzanna* d'Orb.), mais qui ne sont que des formes représentatives de cette espèce de Cuise. *P. varians* nov. sp. « semble s'acheminer vers le genre *Pirenopsis* ». *Pirenopsis* lui-même, conservant à l'état adulte l'ornementation costulée initiale des Pirènes, est bien caractérisé avec *P. Dollfusi* nov. sp.

Le genre *Faunus* Montfort (type : *F. ater*, actuel, fluviatile, à Ceylan et aux Philippines) correspond à des Mélaniens où toute ornementation aurait disparu à « tous les âges » [374]. L'échancrure du labre est toujours très en arrière, à la différence des

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Pirènes où elle est latérale. H. Douvillé en cite dans les couches à Cérithes de Perse : *Faunus persicus* nov. sp., et aussi dans la faune saumâtre du Béloutchistan : *F. mumia* nov. sp., *F. baluchensis*.

Dans ce Danien du Béloutchistan, on trouve également des *Morgania* : *M. fusiformis* Hislop sp. Ce nom de *Morgania* a été proposé par Cossmann 1909 pour remplacer celui d'*Irania* Douvillé 1904, malheureusement préemployé pour des Oiseaux. Il s'agit d'un genre créé pour des formes des couches à Cérithes de Perse [187]. Le type est l'espèce, déjà mentionnée plus haut, espèce qui a été décrite, dans les couches intertrappéennes de Rajamandri dans l'Inde centrale, sous le nom de *Vicarya fusiformis* Hislop. La coquille est pupoïde. Le jeune montre quelques côtes axiales, suivies vers la suture d'un ou deux cordons spiraux ; l'adulte devient lisse, sauf six ou sept cordons spiraux sur la partie antérieure du dernier tour; le labre a une échancrure latérale comme dans *Pirena* et *Faunus* ; mais en avant, un canal court est limité par *une columelle fortement tordue*. En Perse *M. fusiformis* rappelle bien l'allure de l'espèce de l'Inde ; cependant les cordons antérieurs sont plus forts. Chez *M. persica* nov. sp., les cordons s'accentuent, sont bien séparés, larges et plats, mais ne sont perlés que dans le jeune, tandis qu'ils le restent dans l'adulte de *M. granulata* nov. sp. Le genre *Morgania*, nouvel élément très intéressant et abondamment figuré des couches à Cérithes de Perse, rappelle par sa forme les Glauconies, mais celles-ci n'ont ni canal antérieur, ni pli columellaire. Il « se rapproche surtout des *Campylostylus* Sandb. (*Melanopsis galloprovincialis*, de la Craie supérieure de Provence) ; mais ces derniers sont toujours lisses et le labre est beaucoup moins échancré, la columelle est moins fortement tordue et on observe une callosité au bord columellaire », absente chez *Morgania*.

De même que les Mélaniens dont il vient d'être question, à savoir les Pirènes, les Faunes, etc., marins ou saumâtres dans le Crétacé et l'Éocène ont des représentants fluviatiles actuels à Madagascar d'une part, dans les régions extrême-orientales d'autre part, les Glauconies du Crétacé ont peut-être comme descendants les *Pleurocera* des fleuves actuels de l'Amérique du Nord.

Le genre *Glauconia* Giebel 1852, (= *Omphalia* Zekeli 1852, nom préemployé, = *Cassiope* Coquand 1856 = *Vicarya* de Verneuil *non* d'Archiac 1854) a été proposé pour des formes saumâtres du Crétacé supérieur de Gosau ou de Provence. Nous allons voir qu'il s'étale sur tout le Crétacé. Les coquilles, co-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

niques, cérithiformes, mais plus obtuses, sont ornées de cordons spiraux, simples ou perlés. Le labre a une échancrure médiane, qui se traduit par un sinus dans les stries d'accroissement. En avant, l'ouverture est entière et dépourvue de canal.

Les Glauconies débutent, avec de petites formes, dans le Wealdien d'Allemagne (*Muricites strombiformis* SCHLOTH. 1820 = *Potamides carbonarius* RŒM. 1836) ou d'Angleterre (*Melania stromboides* et *M. tricarinata* DUNKER 1846), toutes espèces que l'on tend à réunir aujourd'hui. Et elles sont bien représentées dans l'Aptien d'Espagne (*Cerithium* ou *Vicarya Lujani*, *Pizcuetana*, *strombiformis*, *Pradoi* DE VERNEUIL 1852), ou de Suisse (*Vicarya helvetica* PICT. et REN). Elles abondent dans le Crétacé supérieur, dès le Cénomanien de Provence, d'après Repelin 1902 (*Glauconia Depereti*, *Matheroni*, *Dumortieri*, etc.), puis dans le Turonien d'Uchaux, d'après Roman et Mazeran 1913 (*Gl. conoidea*, *Coquandi*. etc.), ensuite à Gosau, d'après Zekeli 1852 (*Omphalia conoidea*, *Coquandi*, *Kefersteini*, etc.) et en Provence, d'après d'Orbigny 1842 (*Turritella Renauxi*, *Requieni*, *Coquandi*). En 1909, Cossmann a proposé une section nouvelle, *Gymnentome*, pour le groupe de *Glauconia Renauxi*, où les cordons spiraux, simples chez le jeune, font place dans l'adulte à des tours lisses, la coquille devenant pupiforme. L'ouverture arrondie présente sur le labre l'échancrure caractéristique. Chez l'un de ces Gymnentomes, *G. Douvillei*, en avant de l'échancrure, la base présente un assez fort bourrelet, aboutissant à un sinus du labre et occupant la place du bourrelet cervical des Strombes et des *Eovasum*.

Les Glauconies et les Gymnentomes disparaissent en Europe avec la Craie supérieure, dans les couches saumâtres ou d'eau douce du Campanien de Provence et de Gosau. H. Douvillé n'en a pas rencontré dans les couches à Cérithes de Perse, ni dans les couches plus élevées du Béloutchistan et du Sind, mais les rappels précédents ont été nécessaires [374] pour interpréter un genre nouveau de l'Éocène du Pérou : *Pseudoglauconia* (type *P. Lissoni*). Il s'agit d'échantillons de grande taille, accompagnant une Pirène (*P. vellicata* race *peruviana*) et toute une faune marine. L'angle au sommet est de 40° ; les tours, d'abord plats, portent 3 cordons, dont un antérieur qui forme carène et qui se décompose, dès la longueur de 20 à 25 mm., en perles allongées, puis en véritables tubercules au nombre de 14, avec trace de la fissure qui leur a donné naissance. En même temps, la suture se creuse. Au dernier tour, en avant de la ligne de tubercules existe un fort bourrelet, qui rappelle le bourrelet nucal de

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

G. Douvillei. Quant aux stries d'accroissement, elles dessinent d'abord un large sinus en avant de la suture ; elles franchissent ensuite la ligne de tubercules sans modification, comme il est habituel dans l'intervalle de ceux-ci ; puis elles comportent un sinus antérieur correspondant au bourrelet nucal ; enfin au delà, leur courbure régulière indique l'absence d'une échancrure ou d'un canal antérieur. Abstraction faite de ce canal antérieur, les dispositions du labre rappellent les Pirènes. L'aspect général de la coquille est cependant plutôt celui des Glauconies, auxquelles H. Douvillé avait rapporté tout d'abord la coquille du Pérou [362]. Mais, chez les Glauconies, le premier sinus à partir de la suture est médian et non proche de cette suture. Il est en revanche postérieur chez les *Pleurocera* actuels, mais ceux-ci n'ont pas le sinus nucal de l'échantillon péruvien. Les *Pseudoglauconia* ne sont donc ni des *Glauconia* ni des *Pleurocera*. En conclusion, H. Douvillé dit que ce sont « vraisemblablement une prémutation des *Pleurocera* actuels et un ancêtre déjà américain de cette faune aujourd'hui encore exclusivement américaine. Sa parenté avec les *Glauconia* européennes reste très problématique ».

Quoi qu'il en soit, dans les couches daniennes du Béloutchistan, figure un *Pseudoglauconia* (*P. Vredenburgi* nov. sp.), de belle taille (9 cm. de longueur), pupiforme, moins orné que l'espèce du Pérou et qui se distingue « pour l'existence d'une double rangée de forts tubercules ».

Toujours dans les Mélaniens, vers la fin du Crétacé, un autre groupe intéressant est celui des *Pyrgulifera* Meek 1877 (= *Hantkenia* Mun.-Ch. *in* Fischer 1885), genre créé pour des formes rangées par les auteurs dans les *Melanopsis* ou bien encore dans les *Paludomus* ou leur sous-genre *Tanalia*. On sait que les *Paludomus* Swainson sont des coquilles actuelles, paludiniformes, fluviatiles, réparties, d'après Fischer, en Extrême-Orient, depuis l'Indo-Chine jusqu'à Sumatra.

Le genre *Pyrgulifera* a été créé en Amérique dans la Craie supérieure de Laramie. Mais il est bien représenté en Europe, d'abord dans le Crétacé supérieur de la vallée de l'Inn et de Gosau, ainsi qu'à Ajka dans le Bakony Wald, ou précisément Munier-Chalmas avait proposé, sans le définir, son genre *Hantkenia*. L'espèce principale dans ces régions orientales est *P.* (*Melanopsis*) *Pichleri* Hoernes, retrouvée en Bulgarie près de Sofia par Toula (*Fusus Moesiacus*) et aussi par L. de Launay et H. Douvillé dans les couches charbonneuses campaniennes à *Cyrena solitaria* des Balkans [198]. Le genre est également connu en

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Provence (*Melanopsis lyra* et *rugosa* de Martigues, *M. armata* du calcaire lacustre danien de Rognac).

En Perse, dans les couches à Cérithes, H. Douvillé décrit et figure toute une faunule de *Pyrgulifera*. La coquille est courte, avec dernier tour bien développé et convexe. La suture est déprimée ; le bord du labre, oblique ; l'ouverture présente une canaliculation antérieure caractéristique, qui n'existe pas chez les *Paludomus* ; il y a aussi une inflexion présuturale vers l'arrière. L'espèce principale, *P. louristana*, est très polymorphe ; le type a de nombreuses côtes parallèles aux stries d'accroissement, et de 12 à 14 cordons spiraux, découpant les côtes en tubercules, les plus saillants étant en arrière. Dans la var. *depauperata*, les cordons disparaissent, et chez la var. *lævis* les côtes elles-mêmes sont absentes. Cette variété lisse est d'autant plus intéressante qu'elle rappelle, avec une plus grande taille, les *Coptostylus* Sandb. (*Melanopsis Parkinsoni*), lisses chez l'adulte, mais présentant chez le jeune des côtes perlées. Ainsi les *Coptostylus* de l'Éocène, en particulier de Cuise, peuvent descendre des *Pyrgulifera*. En Perse, à *P. louristana* s'ajoutent : *P. striata* nov. sp., où domine l'ornementation spirale tout comme chez *P. armata* et *marticensis* de Provence ; *P. proboscidea*, espèce très particulière avec un sillon spiral médian, en arrière duquel les côtes sont moins nombreuses et ont des tubercules plus saillants. Dans le Béloutchistan, H. Douvillé décrit *P. ornatissima*, double comme taille (45 mm.) de *P. louristana*, à cordons plus minces et à deux rangées de tubercules vigoureux donnant au tour une section carrée, et *P. striatocostata*, rappelant *P. striata* de Perse avec toutefois des cordons plus réguliers et plus espacés et des traces nettes de côtes axiales comme dans *P. louristana*.

Un autre genre bien individualisé dans le même groupe est *Melanopsis* Férussac, où la coquille est franchement échancrée en avant, à l'extrémité de la columelle. Les *Melanopsis* de la craie supérieure (*M. avellana* d'Auzas dans les Petites Pyrénées), et de l'Éocène (*M. socialis* de Jonchery) sont lisses. Une espèce nouvelle du Maestrichtien de Perse, *M. costellata*, présente une dizaine de côtes parallèles aux stries d'accroissement. Elle rappelle ainsi les *Canthidomus* Swainson, actuels de l'Europe orientale et de l'Asie mineure, mais ceux-ci ont en avant de la suture une rampe qui manque ici.

Enfin, sans étude particulière, H. Douvillé range [187] dans les *Pseudomelanopsis* « toutes les coquilles marines allongées et à ouverture entière, dont la forme rappelle celle des Mélaniens ». C'est le cas de *Paryphostoma Morgani* nov. sp. des couches à

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Cérithes de Perse, rappelant *Paryphostoma* du Crétacé supérieur de l'Inde et de plus grande taille que les formes tertiaires, en particulier que celles du Calcaire grossier.

Mésalies, Turritelles et *Pseudomesalia*.

Mesalia GRAY correspond à des coquilles plus ou moins analogues au Mesal d'Adanson, représentées dans les mers actuelles, d'après Fischer, par *M. brevialis* LMK. de l'Afrique occidentale et *M.* (*Tachyrhynchus*) *lactea* MÖLLER dans les mers boréales. Les différences avec les Turritelles résident pour H. Douvillé [187] dans la spire plus courte, le tour plus arrondi, les filets spiraux réguliers, ni perlés, ni tuberculés et surtout dans « l'ouverture assez déprimée en avant... et la columelle tordue en avant ». De l'espèce de Grignon, *Mesalia fasciata* LMK., il ne distingue pas des échantillons des couches à Cérithes de Perse, de même que des couches à *Cardita Beaumonti* du Béloutchistan et du Sind, et aussi une empreinte dans l'Éocène inférieur de Tamaské au Soudan. Dans l'Éocène du Pérou [362], il est question d'une grande espèce comparée à *M. oxycrepis* MAYER-EYMAR.

Le genre *Turritella* LMK., comportant encore aujourd'hui, pour Fischer, 100 espèces de toutes les mers ; se distingue donc des Mésalies par des caractères précédemment indiqués, notamment par « une columelle virtuelle », toujours dépourvue de plis. A propos du Danien du Sind, H. Douvillé fait allusion aux travaux antérieurs de Guillaume et de Cossmann et il cherche à établir des coupures dans ce groupe cependant homogène lorsqu'on a mis à part les Mésalies. Pour ce qui l'intéresse, il retient ou adopte les genres suivants.

Haustator LMK. (type *T. imbricataria* de l'Éocène parisien) est caractérisé par le grand développement du cordon antérieur ; le lobe antérieur qui précède le sinus dans le bord du limbe est plus développé que le postérieur et arrondi. Cette disposition est visible aussi dans l'allure des stries d'accroissement. Le groupe est surtout très répandu dans l'Éocène de l'ancien continent ; mais H. Douvillé en décrit dans le Sind (*H. congregata*, *H. Nœtlingi*) ; il en retrouve tant dans le Sparnacien de Biron (*H. bironensis* nov. sp. et *H. Solandrei* MAYER-EYMAR) que dans le Burdigalien de Loanda (*H. Venus* et *Eryna* D'ORB.), ceux-ci déterminés par comparaison avec l'Aquitaine d'après la révision de Cossmann et Peyrot.

Turricula H. D. a une surface lisse ou ornée de cordons fins. Comme dans *Haustator*, le lobe antérieur du limbe est le

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

plus développé ; mais il est aplati. Dans le Sind, *T. Vredenburgi* nov. sp., avec une légère dépression du tour correspondant au sinus du labre, serait un ancêtre de *T. hybrida*.

Torquesia est proposé pour des formes caractérisées par le développement du cordon postérieur, souvent perlé. Ici, c'est le lobe postérieur du labre qui est le plus important. Ce sont des formes plus anciennes et différemment réparties que le groupe *Haustator*. Le type peut être *T. granulata* de Blackdown. Il faut y ranger aussi *T. Verneuili* d'Uchaux, ainsi que toute une série d'espèces décrites ou reprises par H. Douvillé. D'abord des couches à Cérithes de Perse, *T. Morgani* nov. sp. est encore banale avec 8 cordons spiraux ; dans certaines variétés, le cordon postérieur est le plus développé ; puis, en passant par *T. quadricincta*, espèce de Goldfuss dans la Craie d'Aix-la-Chapelle retrouvée en Perse, on arrive à *T. præcarinata* nov. sp. qui commence le groupe de *T. carinifera*, si développé dans l'Eocène non seulement du Bassin de Paris, mais aussi d'Amérique du Nord (*T. claibornensis*, *T. carinata*). En abrégeant, dans le Béloutchistan, il décrit *T. pustulosa* nov. sp., dont le jeune se rapproche encore de certaines variétés de *T. Morgani*, alors que l'adulte, rappelant *T. nodosa* Rœmer d'Aix-la-Chapelle et *T. nerinea* Rœm. de Kieslingwald, présente le caractère exceptionnel chez les Turritelles d'avoir *à l'arrière du tour 10 gros tubercules épineux*. Au Béloutchistan encore, se rapporterait toujours à *Torquesia*, une espèce grêle et allongée, *T. prælonga*, décrite par Hislop dans les couches intertrappéennes de l'Inde centrale. Enfin, au Sind, *T. Nuttalli* nov. sp. est très voisine de *T. Delettrei* Coq. de la base de l'Éocène et des couches à Thersitées en Tunisie.

Au voisinage des Mésalies et des Turritelles, H. Douvillé crée le genre *Pseudomesalia*, fournissant peut-être l'*une des amorces possible pour les Vermets*. C'est dans l'Albien et le Vraconnien du Moghara [324] qu'il en est question et le genre peut « être défini comme une *Mesalia* ou une *Turritella* ombiliquée ». Trois espèces sont décrites. Dans la première, albienne, *Ps. deserti*, la section montre que les tours, franchement arrondis du côté interne, ne se touchent pas et sont beaucoup plus minces de ce côté que dans la région externe. L'ornementation comporte des cordons spiraux dont l'antérieur forme carène et rappelle *Vermicularia* chez les Vermets. La seconde espèce, *P. lineata*, vraconnienne, n'a plus que les cordons 2 et 4 à partir de la suture dans l'espèce précédente ; elle mène vers la suivante, du même niveau, *P. brevis*, plus courte, à ombilic « un peu plus large que les tours » et qui achemine davantage encore vers les Vermets.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Scalaires.

Utilisant les coupures génériques de Boury, H. Douvillé en cite de divers gisements. Il parle d'abord [187] d'un groupe principalement crétacé, où le disque antérieur, le disque basal « est presque aussi large que la coquille elle-même » et souvent limité par un fort cordon périphérique. C'est le groupe de *S. Dupini* d'Orb. du Gault, pour lequel il adopte le sous-genre *Confusiscala*. Une forme analogue à l'espèce type est présente dans le Vraconnien supérieur du Moghara ; il y en a d'autres, *S. proxima*, *S. persica*, dans le Maestrichtien de Perse, et aussi *S. indica*, dans le Danien du Sind. Dans l'Éocène de l'Himalaya central, *S. tibetica* est un moule externe témoignant d'un type un peu différent, celui de *S. angresiana* de grès landéniens d'Angres en Belgique ; le disque basal n'est plus bordé par un cordon spiral très saillant, quoique l'ornementation se limite toujours au côté des tours ; le caractère le plus important, à savoir une ouverture « nettement discontinue dans la partie correspondant au disque basal » appellerait une attribution au genre *Coniscala*. Beaucoup plus tard, dans le Burdigalien de Loanda, deux groupes très différents sont représentés. *Cirsotrema* (*C. loandensis* nov. sp.) a « des lamelles nombreuses crépues, se repliant en avant pour former un cordon plus ou moins continu ». *Acrilla* (*A. Fontis Costa*), répandu dans le Miocène, a « des tours à sections circulaires, minces, ornés sur tout le pourtour de faibles côtes spirales, dont une un peu plus forte limite le méplat antérieur ».

Natices.

On sait leur abondance dans les mers du Secondaire, du Tertiaire et de l'époque actuelle, ainsi que la difficulté de s'orienter à travers les groupes qui foisonnent dans la littérature spéciale. Ordonnant et même extrapolant parfois ce qu'on démêle à travers les citations d'Henri Douvillé, on peut d'abord signaler des *Varigera*, puis séparer des Ampullines les vraies Natices.

Les *Varigera* d'Orb., ou mieux *Varicigera* (*V. Choffati* nov. sp. du Vraconnien du Moghara) ont le test épais et sont surtout caractérisés par une double rangée de varices.

Pour distinguer les Ampullines des Natices, faisant allusion aux formes jurassiques [324], il caractérise *Ampullina* Lmk. *fide* Cossmann (type : *A. sigaretina* de l'Éocène parisien) par sa forme ombiliquée, et surtout par son *limbe*, sorte de carène spirale entourant l'ombilic, écartée de l'axe et se raccordant à

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

l'avant avec le reste du péristome. Ce limbe est absent dans les *Natica*, en particulier dans *Euspira* dont il sera question plus loin.

Des Ampullines, il n'en indique qu'en Perse, où un échantillon, sans nom spécifique, a bien « le limbe qui contourne l'ombilic ».

Les formes sans limbe sont par contre citées en assez grand nombre. Tout d'abord, dans le Danien du Sind et du Béloutchistan, il signale la persistance du genre secondaire *Gyrodes* Conrad à très large ombilic : *G.* cf. *excavatus* au Sind, *G. Vredenburgi*, de grande taille (8 cm. de long) au Béloutchistan. Pour les Natices, les unes ont un *funicule* bien développé, c'est-à-dire une sorte de pli spiral à l'intérieur de l'ombilic qui, en arrivant à l'ouverture, se présente comme un épaississement de la coquille du côté de l'ombilic ; les autres en sont dépourvues.

Dans l'ordre chronologique, à propos du Vraconnien du Moghara, il cite *Ampullospira* cf. *Clementina* et *A.* cf. *Ervyna* d'Orb., sans que l'attribution générique soit discutée et doive être comprise autrement que comme s'appliquant à des Natices sans funicule.

Proposant de réserver le nom d'*Euspira* aux formes sans limbe, à ombilic très petit et ouverture droite, il cite en Perse *E.* cf. *Stoddardi* Hislop. D'autres ont un ombilic large et sont rapprochées des *Naticina*. Mais il y a aussi de vraies *Natica* à funicule : *N. canaliculata* Lmk., indistincte des échantillons de l'Éocène parisien. A propos de cette espèce, H. Douvillé rappelle que Bayle a proposé pour elle le genre *Amauropsina*, dont il ne voit guère l'utilité. Une autre *Natica*, sans nom spécifique, voisine de la précédente, n'a qu'une « légère trace de funicule », formant ainsi le passage entre *Euspira* et *Natica*.

Dans le Sind, *N. Nuttali* nov. sp. rappelle *N. labellata* de l'Éocène parisien, et, sans carène ni nodosité dans l'ombilic très petit, elle est à nouveau attribuée au genre *Naticina*. Au Béloutchistan, une forme de même allure est citée sous le nom de *Lunatia* cf. *cretacea* (Goldf.) Holzapfel. Dans l'Éocène de l'Himalaya central, un moule interne, cité sous le nom de *N.* cf. *Flemingi* d'Arch. et H., rappelle avec une plus grande taille *Ampullospira Adala* Cossm. et Piss.

Dans le Sparnacien de Biron, il figure pour la première fois complètement une espèce de Leymerie : *N. acutella*, commune dans l'Éocène d'Aquitaine. Avec un test épais chez l'adulte, coupé en biseau à l'ouverture et un labre tranchant, elle rappelle *N. Willemeti* de Grignon et est rattachée aux *Crommium* Cossmann.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Avec le Burdigalien de Loanda, on se rapproche enfin des faunes actuelles. Parmi les petites formes, les unes sont sans funicule (*Lunatia* cf. *catena* DA COSTA); une autre, comparée à *N. epiglottina* a un funicule, « une callosité relativement volumineuse » et appartient véritablement au genre *Natica*. S'y ajoutent de plus grandes formes, à savoir des *Neverita* qui sont des *Natica* pourvues d'un funicule, à dernier tour très évasé et spire courte, obtuse; c'est ainsi qu'on y rencontre, avec une grande taille, *N. Josephinæ* RISSO, espèce actuelle, et *N. Olla* M. DE SERRES, où l'ombilic est comblé entièrement par la callosité ombilicale.

Au voisinage des Naticidés, dans le genre *Sigaretus*, le dernier tour est encore plus évasé; l'ornementation spirale de la coquille, croisée par des stries d'accroissement, en somme treillissée, est très caractéristique (*S. striatus* M. DE SERRES à Loanda).

Néritidés.

Passant sur des familles, objet seulement de mentions sporadiques : Capulidés, Littorinidés, celles-ci cependant représentées par un joli lot dans les couches à Cérithes de Perse et aussi du Sind, Trochidés et Auriculidés, par contre les Néritidés méritent qu'on s'y arrête.

H. Douvillé les reprend d'abord à propos d'une belle espèce des couches à Cérithes du Louristan, *N. persica* nov. sp. [187]. Elle appartient au groupe des formes de la Craie, qui débute avec *N. nodosa* GEINITZ du Cénomanien de Saxe, et pour lequel une subdivision générique s'impose. Alors que, dans les vrais *Nerita* (*N. dunar*, actuelle au Sénégal), le bord columellaire n'a que deux dents, ces Nérites du Crétacé ont une callosité ou *septum* comme on l'appelle d'habitude, bien plus développé vers ce bord columellaire, et un plus grand nombre de dents fortes et égales. D'Archiac, en 1859, en a fourni dans ce Bulletin une jolie étude sur des formes d'Europe et d'Asie Mineure, étude complétée en 1883 par Péron pour l'Algérie. Il a proposé le nom d'*Otostoma*, malheureusement bien voisin d'*Otostomus* BECK 1837 employé pour une section de Bulimes. H. Douvillé propose d'adopter *Desmieria* BAYLE, du premier nom de la famille d'Archiac, et, prenant pour type l'espèce classique de Maestricht et d'ailleurs, *D. rugosa*, il fournit une diagnose du genre.

Dans ces *Desmieria*, deux groupes sont à considérer.

Le premier comprend des formes arrondies chez l'adulte. Chez le jeune, l'ornementation extérieure comporte des rangées

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

spirales perlées, mais l'adulte n'a plus que des côtes parallèles aux stries d'accroissement. C'est le cas dans *D. rugosa*, bien voisine d'espèces d'Asie Mineure : *D. pontica* et peut-être aussi *D. Tchihatcheffi* d'Arch., qui n'a pas de dents au septum, et aussi de *D. Fourneli* Bayle du Santonien d'Algérie, tandis que dans *D. Valenciennesi* d'Arch. des régions pontiques, la zone perlée s'étend à toute la coquille. Dans l'Éocène, *D. angystoma* Desh. et *Velates* paraissent dériver de ce premier groupe surtout développé dans la Craie supérieure.

Les coquilles du deuxième groupe sont beaucoup plus ornées. *D. nodosa* a une rangée spirale de gros tubercules formant carène en arrière, vers les deux tiers du tour. *D. Pouechi* d'Arch., du Campanien de l'Ariège, espèce relativement petite, assez variable, montre jusqu'à 6 cordons spiraux de perles, dont les cordons 1, 3 et 6, comptés à partir de la suture, ont une tendance à s'exagérer en tubercules. *D. persica* du Louristan, dont H. Douvillé donne une très belle figuration, atteint une longueur et une largeur de 6 cm. Le jeune rappelle les variétés les plus ornées de *D. Pouechi* ; mais l'adulte n'a plus que trois cordons spiraux avec de très gros tubercules, notamment sur les deux postérieurs. La face inférieure, bien conservée, a une callosité columellaire très large, limitée par une dépression qui complète le demi-cercle de l'ouverture ; mais l'encroûtement columellaire se prolonge au delà par un demi-anneau ; la partie centrale se renfle ; elle porte des bourrelets légèrement divergents qui, vers l'intérieur, aboutissent à 4 fortes dents columellaires au centre et à deux plus petites aux extrémités. Cette espèce peut rappeler *N. exuberata* et *N. cincta* White de la Craie supérieure sur la côte du Brésil (Maria Farinha) ; mais chez celle-ci le bord columellaire est figuré sans dents. *N. limata*, des mêmes niveaux, a des cordons perlés égaux sur toute la surface. *D. Malmi* Lundgren est également une grande espèce (8 cm.), très ornée, du Campanien de Scanie, dont la columelle est malheureusement inconnue. Dans l'Éocène enfin, *D. bicoronata* Desh. prolongerait le groupe orné, avec deux rangées de tubercules postérieurs et des cordons perlés en avant.

Sur *Velates*, H. Douvillé apporte quelques compléments intéressants. Il est d'abord amené [315] à reprendre la description de l'espèce type du Cuisien, *V. Schmiedeli* Chemnitz, qui, en outre des régions parisiennes, se rencontre si fréquemment à l'état de moules dans l'Éocène des régions méditerranéennes. C'est une coquille conique, à base elliptique et à sommet arrondi légèrement reporté à l'arrière. Au début, dans un premier stade, apparent sur le tiers ou le quart de la longueur, l'aspect est celui

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

d'une Nérite avec un labre arqué, le collier du manteau ayant la même forme. Puis dans un second stade, « le collier s'allonge et ses deux extrémités se rejoignent pour former une courbe elliptique complète », tout comme dans les *Dosia* actuels. A l'intérieur, comme chez tous les Néritidés, le test se résorbe partiellement et la columelle est réduite à une lame épaisse qui part du bord postérieur de l'ouverture et laisse en arrière le sommet du moule.

Or, dans l'Éocène inférieur de l'Himalaya central (couches à Gastropodes et couches à Operculines), H. Douvillé décrit une espèce voisine de *V. Nœtlingi* Cossm. et Piss. du Ranikot, mais plus grande (longueur 7 cm., largeur 5 cm.). Il la dénomme *V. tibeticus* et elle pourrait être une prémutation de *V. Schmiedeli*. Le profil n'est plus conique, mais simplement convexe, avec sommet tout à fait à l'arrière. L'enroulement spiral dure toute la vie, et, sur cette coquille haliotidiforme, il n'y a pas la bande marginale de *V. Schmiedeli*. Ajoutons enfin que dans les couches à *Operculina canalifera* de Tamaské au Soudan, H. Douvillé [358] figure des moules internes de *V. Schmiedeli*, légèrement différents du type par leur lobe postérieur, c'est-à-dire par celui qui se trouve en arrière du sillon laissé par la cloison columellaire ; ce lobe est moins conique et plus arrondi, c'est-à-dire indique peut-être un intermédiaire entre *V. tibeticus* et *V. Schmiedeli*.

Opisthobranches et Pulmonés.

Quelques mentions sont relatives aux Opisthobranches tectibranches avec des Actéonidés (*Cylindrites*, *Tornatellaea*, Actéonelles) et des Ringiculidés, au voisinage desquels, au moins quant à la forme de la coquille, on peut placer les Auricules qui appartiennent en réalité aux Pulmonés.

Les *Cylindrites* Lycett, essentiellement jurassiques et néocomiens, sont des formes en général cylindriques, pourvues d'un pli columellaire, à ouverture pincée en avant, subcanaliculée, ce qui les distingue des *Acteon* et *Acteonina*. Le genre est représenté dans le Bajocien du Moghara par une espèce nouvelle, *C. deserti*.

Au voisinage des *Acteon*, le genre *Tornatellæa* Conrad, secondaire et tertiaire, s'en différencie par un ou deux plis à l'avant de la columelle. Il est présent dans l'Albien du Moghara avec *T. brevicula* nov. sp.

Des Actéonelles, H. Douvillé ne cite que des formes involvées, à dernier tour complètement embrassant, acuminées aux deux bouts, pourvues de trois plis columellaires, et, à ces divers

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

titres, appartenant bien au genre *Acteonella s. str.* Dans l'Albien du Moghara, *A. gracilis* nov. sp. est une petite espèce mince et élancée, peut-être simple race, encore plus grêle, d'*A. Delgadoi* CHOFFAT du Vraconnien ibérique. Dans les couches maestrichtiennes de l'Himalaya central, il compare à *A. crassa* DUJ. du Turonien, un mauvais échantillon, déjà de grande taille (9 cm.) et il indique que, des couches à *Loftusia persica* du Zerdalal, J. de Morgan en a rapporté qui atteignent 13 cm. On sait qu'on connaît d'encore plus grandes Actéonelles dans le Maestrichien des Petites Pyrénées.

A propos des Ringiculidés, où l'ouverture est rétrécie par des dents, tant vers la columelle que vers le labre, d'où le nom du genre *Ringicula*, il émet des considérations intéressantes sur deux espèces nouvelles de Perse : *R. Morgani* et *R. reducta*, celle-ci réduction de la précédente. La forme est courte et *rappelle encore les Avellana* du Crétacé; mais le pli antérieur est placé bien plus en avant et est suivi d'un second pli columellaire comme dans les Ringicules. En outre, l'ouverture a une callosité postérieure, très développée chez *R. reducta*, tout comme dans les formes également courtes du Crétacé qu'on range dans le sous-genre *Eriptycha* MEEK.

Chez les Pulmonés, les Auriculidés ont une ouverture rétrécie comme les Ringicules. Dans les couches à Cérithes de Perse, il en rapproche avec doute une coquille de 2 cm. de longueur, rappelant un peu les *Pythiopsis* de l'Éocène, et il en est de même d'une coquille, plus grande (50 mm.) une fois de plus au Béloutchistan. Malheureusement mal conservée, celle-ci est pourvue de varices persistantes, à 100° l'une de l'autre, et rappelle les « *Semiauricula* de l'Éocène inférieur... qui se distinguent peu des premiers *Pythiopsis* du même niveau ».

VII. CÉPHALOPODES

Nautiles.

Dans les Céphalopodes tétrabranchiaux, H. Douvillé n'étudie, et encore occasionnellement, que des Nautiles. Ceux-ci, « dans les terrains paléozoïques et dans le Trias, étaient représentés par un très grand nombre de genres différents les uns des autres ; dès le Jurassique, ils sont extrêmement peu variés et se rapprochent tous de la forme des Nautiles actuels ». Parmi les Nautiles secondaires et tertiaires, il y a cependant quelques types intéressants.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Des Nautiles à forme banale, H. Douvillé en rencontre et en décrit dans plusieurs de ses faunes, par exemple dans l'Oxfordien du Moghara [324] : *N. Babeaui* d'Orb. et *N. desertorum* nov. sp. ; dans le Danien du Sind [429] ; *N. metafleuriausi* nov. sp. et *N. Blanfordi* nov. sp., dans les calcaires à Gastropodes, puis à Operculines de l'Himalaya central [315] ; etc.

Pour les types exceptionnels, dans l'Oxfordien du Moghara, H. Douvillé trouve de beaux Nautiles, encore renflés, mais à section d'abord trapézoïdale, puis excavée et presque bicarénée sur la région externe : *N. giganteus* d'Orb. et une forme voisine : *N.* cf. *hexagonus* Sow.

Plus intéressant est, au même Moghara, mais dans l'Aptien de Bir Lagama, *N. Lallieri* d'Orb. Ce Nautile est fortement et franchement bicaréné dans la région externe, qui est très amincie. L'ornementation comporte d'abord des costules longitudinales dans le jeune, puis des côtes bien marquées, parallèles aux stries d'accroissement. La cloison, caractéristique, a des ondulations très marquées ; elle part de l'ombilic vers l'avant jusqu'au quart ou tiers interne, puis revient franchement vers l'arrière et repart ensuite à l'avant dans le tiers externe. De cette forme isolée, très amincie, bicarénée, comparée à celle d'un *Knemiceras*, H. Douvillé fait un *type nectique*, par opposition au *type benthique* du Nautile actuel. Il ajoute que c'est un animal mésogéen, qui a néanmoins gagné le bassin anglo-parisien par la Manche et par la Saône, ainsi par exemple que les *Douvilleiceras* à l'Aptien. Du même type serait *N. rota* et les formes voisines de la Craie supérieure de l'Inde, qu'Henri Douvillé retrouve dans le calcaire à Operculines de l'Himalaya central.

Il insiste sur les Nautiles éocènes du Soudan et du Sénégal [358], de « la province indoafricaine », bien qu'ils ne lui soient pas particuliers et gagnent aussi, occasionnellement, l'Angleterre et le Bassin de Paris. Rappelant *N.* (*Angulites*) *triangularis* du Cénomanien, leur caractéristique est d'avoir une section ogivale ou même triangulaire, au moins dans l'âge moyen. Ainsi sont décrites trois espèces nouvelles, *N. Molli*, *N. Chudeaui* et *N. senegalensis*, respectivement épaisse, plus aplatie, enfin tranchante dans l'âge moyen.

Bélemnites.

Cherchant à préciser les genres établis par Bayle sur les rostres et à démêler leur valeur stratigraphique, il trouve [85] des « caractères de premier ordre » dans la considération du sillon ventral,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

avec des apparitions successives, qui n'entraînent pas toutefois la disparition des types antérieurement acquis. Dans le Lias inférieur et moyen, les rostres n'ont pas de sillon ventral (Genre *Pachyteuthis* BAYLE). Le sillon, apparaissant à la pointe et s'étendant parfois jusqu'à la base de l'alvéole, mais non jusqu'à son bord supérieur, débute dans le Lias supérieur (G. *Megateuthis* BAYLE). Dans le Bajocien, il y a des formes où le sillon abandonne déjà la pointe, et il en est ainsi pour la plupart des types du Jurassique moyen et supérieur (G. *Belemnopsis* BAYLE). Dans le Crétacé inférieur, le sillon ventral se restreint à la région alvéolaire (G. *Pseudobelus* BLAINV.). Cette classification laisse à part les Bélemnites plates, à sillon impair dorsal, du genre *Duvalia* BAYLE.

Dans le Crétacé supérieur, à partir du Turonien, le sillon ventral est remplacé par une scissure de l'alvéole ; cette alvéole est d'abord non calcifiée (G. *Actinocamax* MILLER), puis incomplètement calcifiée (G. *Gonioteuthis* BAYLE, finalement entièrement calcaire (G. *Belemnites* = *Belemnitella* auct.).

Ammonoïdés

Depuis ses premiers travaux sur le Secondaire du Bassin de Paris, H. Douvillé a déterminé toute sa vie des Ammonites, provenant de niveaux et de pays bien divers. Sans revenir sur les précisions stratigraphiques qu'il a pu en tirer, seules seront retenues les considérations paléontologiques, ou bien celles qui n'ont pas trouvé place jusqu'ici.

Goniatites de la houille.

A propos des Goniatites, des remarques lithologiques sont suggérées par leur présence dans certains « coal balls » anglais [190]. Ces concentrations calcaréomagnésiennes, sulfurées et ferrifères, dans les couches de houille ou à leur toit, ont agi comme milieu conservateur et préservé surtout, d'habitude, des débris végétaux. Cependant, H. Douvillé en a reçu d'Angleterre, qui renfermaient des Goniatites, *Gastrioceras Listeri* et variétés voisines. L'un de ces coal-balls offrait la particularité d'être stratifié et de montrer, au milieu de petits lits charbonneux, des Goniatites à peu près calibrées et certainement transportées, ce qui incline à penser que certaines houilles allochtones peuvent s'être formées en milieu marin.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Ammonites jurassiques.

Passant sur les Cératites et autres Ammonites du Trias, dont il a été question à propos du Tonkin et de Madagascar, nous abordons les Ammonites proprement dites, à partir du Lias.

Le moment où H. Douvillé a commencé à s'en occuper, en fait le début de sa carrière, mérite d'être souligné. Il rappelle lui-même [48] qu'alors, on n'utilisait guère que le grand genre *Ammonites*, subdivisé, il est vrai, par L. de Buch, Quenstedt, d'Orbigny et bien d'autres en nombreuses familles ou sections : les *Heterophylli*, les *Ligati*, les *Arietites*, etc. C'est seulement pour les formes déroulées, telles que les *Crioceras*, les *Ancyloceras*, les *Turrilites*, etc., que des noms génériques étaient alors spécifiés. En 1865, Ed. Suess crée les genres *Phylloceras*, *Lytoceras*, ainsi que d'autres dans le Trias. A. Hyatt ne tarde pas à suivre pour le Lias. Bientôt les appellations se multiplient. H. Douvillé assiste à l'éclosion des genres de Bayle en 1878 [32]. Bien qu'il n'en ait pas abusé, il en créera lui-même. Un excellent tableau de ces genres vers 1889 est fourni dans les feuilles autographiées et illustrées de son cours à l'École des Mines [73] qui, en la matière, dépassaient leur auditoire et ont alors rendu service à bien des spécialistes français.

Les premiers travaux, véritablement originaux, étudient [34, 35, 73] l'ouverture admirablement conservée d'un échantillon de l'oolithe ferrugineuse bajocienne de Saint-Honoré-les-Bains dans la Nièvre. Il s'agit d'*Am. pseudo-anceps* Ebray, espèce voisine d'*Am. polymorphus*, du groupe des « *Macrocephali* à sillons » pour lequel H. Douvillé crée le genre *Morphoceras*. L'ouverture en question montre des expansions qui s'étalent largement vers l'avant. Elles vont aussi s'appuyer sur le tour précédent, en ménageant une première paire d'ouvertures, du côté de l'ombilic, dorsale par rapport à la base des expansions latérales. Elles se rejoignent extérieurement dans le plan médian, en ménageant en arrière de cette jonction une ouverture ventrale. Enfin, entre celle-ci et la base des expansions se place une deuxième paire d'ouvertures. Comment interpréter ces cinq ouvertures ? H. Douvillé s'en tire en logeant par la pensée dans la coquille, l'animal d'un Céphalopode dibranchial, l'Argonaute. L'ouverture ventrale impaire *a* est élargie à l'avant, amincie à l'arrière ; par l'avant sortirait la région buccale *B* et sa couronne de bras courts, alors que l'arrière pointu correspondrait à l'entonnoir *E*. La paire latérale *b*, externe, ventrale, logerait les yeux *O*, et la paire

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

dorsale *c*, de longs tentacules *T*, analogues à ceux qui chez l'Argonaute femelle supportent une coquille d'une signification du reste probablement toute différente de celle de l'Ammonite.

La séparation de l'ouverture impaire et des ouvertures oculaires est tout à fait exceptionnelle : H. Douvillé ne la connaît que pour l'échantillon analysé. Ailleurs, par exemple dans *A. cadomensis*, les ouvertures oculaires ne sont que des diverticules de l'ouverture ventrale. C'est même là encore un cas très rare, car, chez presque toutes les Ammonites dont l'ouverture présente des expansions latérales, celles-ci ne se rejoignent pas dans le plan médian, ni ne rejoignent le tour précédent. Il n'y a plus alors que des échancrures dans l'ouverture et l'on ne peut plus parler que d'échancrures ou régions tentaculaires vers l'intérieur, de régions oculaires et d'une région siphonale à l'extérieur, car chez toutes les Ammonites on sait que le siphon est ventral. H. Douvillé ne cessera d'y faire allusion, même pour les Ammonites, en immense majorité, où l'on ne connaît pas d'expansions latérales.

L'analyse des fossiles de la zone bajocienne supérieure à *Am. Sowerbyi* dans les environs de Toulon [48] laisse percer des généralités sur les groupes représentés. Dans les Ammonites carénées qui constituent les Harpocératidés au sens large, H. Douvillé distingue d'abord les genres du Lias moyen et supérieur, *Arietites*, *Cycloceras*, etc., où l'ouverture ne présente qu'une languette ventrale ou siphonale ; l'ornementation n'y comporte que des côtes simples, parallèles au bord de l'ouverture, infléchies vers l'avant, ayant la forme d'un tranchant de faux, *falciformes* comme il dit. Chez les *falculiformes*, de *falcula* faucille, mais faucille « garnie de son manche », toujours du Lias moyen ou supérieur, les stries d'accroissement et les côtes se dirigent d'abord « en avant en quittant l'ombilic de manière à circonscrire l'échancrure du tentacule postérieur, se recourbent ensuite en arrière pour suivre l'échancrure oculaire et s'infléchissent définitivement en avant dans la région siphonale ». L'inflexion latérale des côtes peut se faire avec rebroussement (*Lioceras*), sans rebroussement (*Grammoceras*) ; la carène peut être bordée de canaux (*Hildoceras*) ; les côtes peuvent être accompagnées de nodosités ombilicales (*Lilia*). Dans le Lias supérieur et les niveaux plus élevés, la saillie latérale, dite encore postoculaire, peut se développer, devenir caduque et se résorber à chaque accroissement de la coquille. A cette partie caduque, H. Douvillé propose de réserver le nom de *joue*. En même temps se produit un changement de l'ornementation. Chez *Ludwigia* les côtes falculi-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

formes se groupent en faisceaux autour de l'ombilic. Dans *Hammatoceras*, les faisceaux naissent à des tubercules ombilicaux qui persistent chez l'adulte, tandis que dans *Sonninia* ce sont, au contraire, des tubercules latéraux placés au point d'inflexion et de subdivision des côtes qui donnent, au moins chez le jeune, la caractéristique de l'ornementation. Une étude assez approfondie et des descriptions d'espèces parfois nouvelles sont fournies pour *Ludwigia* et *Sonninia*.

Pour d'autres groupes, les Lissocératidés ont une ornementation analogue aux Harpocératidés, mais avec absence au moins temporaire de carène ventrale ; la cloison offre comme élément dominant une selle latérale « toujours très haute et rétrécie à son sommet ». Une espèce nouvelle, *O. preradiata*, est créée dans le genre *Oppelia*, qui s'accompagne d'un genre nouveau *Zurcheria* (type *Z. Ubaldi*), établi pour des formes très évolutes, rappelant le port des *Psiloceras*. Enfin, après une mention d'*A.* cf. *Truellei*, rangé encore dans les Amalthéidés, vient l'examen de quelques *Stephanoceras* et *Spheroceras*.

Comme autres études sur les Ammonites jurassiques, sont à citer celles, beaucoup plus tardives, sur le Moghara [324].

Dans le Bajocien, à côté de *Phylloceras* et de *Lytoceras*, ainsi que de *Perisphinctes* et de *Cœloceras* et d'un déroulé *Ancyloceras*, qui n'ont rien de bien particulier, on peut retenir *Oppelia* (*Œcotraustes*) *angusta*, petite forme nouvelle, géniculée, qui peut être le mâle d'*O. subradiata* et une espèce tricarénée, *Oppelia* (*Trimarginites*) *Waterhousei* Morr. et Lyc. Il faut insister surtout sur deux curieux genres nouveaux : *Ermoceras* et *Thamboceras*, Les *Ermoceras* (d'*eremos*, désert) rappellent les *Schlotheimia* du gr. de *Charmassei* ; les côtes falciformes sont interrompues sur la ligne siphonale au moins dans le jeune ; mais, caractère différentiel, elles sont fasciculées autour de l'ombilic. H. Douvillé en décrit 4 espèces, correspondant peut-être à 2 couples de 2 niveaux successifs du Bajocien : *Ermoceras deserti* et *E. elegans*, d'assez belle taille et vigoureusement ornés, au moins *E. deserti* qui serait la femelle ; *E. mogharense*, type du genre, dont la cloison est connue et a peu d'éléments, et *E. inerme* celui-ci le mâle du précédent, plus petit, plus mince, sans tubercules périombilicaux et à cloison peu divisée. Le genre *Thamboceras* (de *thambos*, étonnement), avec une seule espèce, *T. mirum*, offre la particularité tout à fait exceptionnelle dans le Jurassique d'avoir une région siphonale bicarénée. Ce serait une forme amincie des *Ermoceras*, où la double carène résulterait de la jonction de tubercules transverses de chaque côté de la région

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

siphonale, tout comme on le verra plus tard chez les Pulchelliidés. L'allure de la cloison, avec un lobe externe très ouvert, résulterait de l'amincissement siphonal, de même que chez les *Amaltheus* et les *Oxynoticeras*.

Dans le Bathonien du même Moghara, à côté de *Stringoceras pustuliferum* nov. sp. qui rappelle *A. Truellei*, *Oxynoticeras orientale* nov. sp., s'il est bien du groupe d'*A. discus*, se rangerait aujourd'hui dans le genre *Clydoniceras*. L'Oxfordien et le Jurassique plus élevé n'apportent rien de notoire.

Ammonites du Crétacé.

Gagnant le Crétacé, H. Douvillé s'y occupe à maintes reprises des Ammonites, principalement des formes ornées, et a émis à leur sujet des vues synthétiques, bien intéressantes même si tout ne doit pas être conservé.

Le départ se trouve dans une note de 1890 sur les Cératites de la Craie [71]. Dès l'abord, l'introduction pose, dans toute son ampleur et avec un style imagé, le problème de la classification naturelle en paléontologie. Elle doit devenir « un arbre généalogique », dit-il, où les sections de plus en plus restreintes seront « affaire d'appréciation personnelle : telle branche qui pour un presbyte sera de grandeur moyenne et pourra correspondre à un genre, paraîtra énorme à un myope et sera pour lui au moins une famille »... l'essentiel c'est que « chacune des divisions établies ne représente qu'un seul morceau, branche ou rameau », en évitant de réunir « sous un même lien en une sorte de fagot, des morceaux pris en des points quelconques de l'arbre ». Beaucoup de grands genres d'Ammonites sont encore hétérogènes. Malgré « l'avalanche... qui continue chaque jour », ils doivent être démembrés, sans aller trop loin toutefois. Il constatera en effet plus tard [272] que « la subdivision des genres est poussée à un degré excessif ; au genre *fagot* primitif est substitué le genre *brindille*... sans que la reconstitution des rameaux soit tentée », ce qui pour lui est l'essentiel.

Pour cette reconstitution, sur quel critérium s'appuyer ? C'est là que commencent les difficultés. Il faut examiner les groupes qui semblent naturels, et essayer d'y démêler les caractères qui restent constants. On retrouve là, avant la lettre et sous une autre forme, la recherche de ce qu'il a appelé, à propos des Bivalves, comme nous en avons longuement parlé, les caractères dits *statifs* par opposition aux caractères *évolutifs* et *adaptatifs*. Chez les Ammonites, il va donc revenir sur toutes les particularités de la coquille.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

La forme de l'ouverture est assez peu variée : ses bords peuvent être falciformes ou bien falculiformes ; elle peut présenter une languette ventrale, ou bien des expansions latérales, parfois caduques ; il y a aussi des ouvertures dites en capuchon. L'ouverture varierait dans la même famille, peut-être même au cours de l'âge d'un même individu. Au reste les ouvertures ne sont qu'exceptionnellement conservées.

De même, on ne peut à peu près rien tirer de l'*aptychus*, organe exceptionnel, dont au surplus la signification n'est pas connue.

La forme générale varierait parfois dans un même type spécifique, avec des variétés *obèses*, à ornementation saillante et ombilic large, et des variétés *maigres*, à tours aplatis, ombilic étroit et ornementation effacée, sans parler des modifications mises hypothétiquement sur le compte des différences sexuelles. Plus tard, à propos des Desmocératidés [314], il parlera de formes *lourdes* et épaisses, probablement benthiques, vivant à la manière des Nautiles actuels, par opposition aux *formes minces*, nageuses, nectiques. C'est dans le même ordre d'idées que, dès l'abord, en se référant aux travaux de Mosjisovics sur les Ammonites du Trias, il dit que la région ventrale ou siphonale ne peut avoir qu'une « valeur simplement générique ». Ce sera un grand thème, souvent repris. La région externe correspond pour lui aux « organes antérieurs », entonnoir et chambre respiratoire ; une section amincie vers le bord externe traduit un animal fort nageur [272]. Il dit encore [436] que la région ventrale correspond « à l'organe principal de mouvement », l'entonnoir.

Mêmes considérations négatives, ou fortement restrictives, à propos de l'ornementation. Nous connaissons déjà les côtes falciformes, les côtes falculiformes, fasciculées ou non autour de l'ombilic et accompagnées parfois de tubercules ombilicaux ou latéraux. Il cite bien d'autres types d'ornementation et parle, par exemple, des tubercules qui se multiplient parfois chez les Ammonites du Crétacé. A propos d'*Am. Lyelli*, il donnera [436] des noms à ces tubercules, qualifiés d'*internes* ou *tentaculaires C*, autour de l'ombilic, d'*oculaires B* vers la périphérie, réservant la notation *A* pour les tubercules situés dans le plan de symétrie. « Dans les formes crétacées, ajoute-t-il, il apparaît souvent un tubercule supplémentaire *I*, intercalé entre *A* et *B*. » Comme autres particularités d'ornementation, il rappelle [71, 207] qu'il existe parfois des *varices* périodiques, formées par deux épaississements ou tubercules, l'un interne, l'autre dans la région oculaire et correspondant aux *Parabelknoten*, ou encore *paraboles*, des auteurs

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

allemands; ces varices se placent « à des intervalles égaux à ceux des cloisons et indiquent des périodes d'arrêt pendant la sécrétion de celles-ci ». Il est enfin question de *sillons*, visibles sur le moule interne, plus espacés que les intervalles cloisonnaires, et correspondant « peut-être aux périodes de reproduction ».

Il y a donc une grande variété dans l'ornementation. Dans l'ensemble une coquille ornée paraît à H. Douvillé le fait d'une vie néritique. Pour la région siphonale, il ne pense guère pouvoir en tirer autre chose que des caractères génériques. Les flancs de la coquille sont peut-être plus significatifs. C'est ainsi qu'il caractérisera les *Pulchellia*, par leurs côtes mousses, simples, légèrement falculiformes, s'épaississant parfois en tubercules transverses au voisinage de la ligne siphonale.

Finalement, par exclusion, seul le *plan général* des cloisons peut fournir le criterium statif cherché. Il utilisera donc largement les cloisons. On se demandera même s'il n'y a pas exagération dans ce sens, avec l'importance attribuée au premier lobe latéral et à ses ultimes ramifications.

Après ces indispensables digressions, revenons aux Cératites de la Craie. En 1890, on les classait, tant bien que mal, dans deux grands compartiments : les *Buchiceras* à trois ou quatre selles, les *Placenticeras*, les *Sphenodiscus* et autres genres, où la cloison s'étale et comporte un plus grand nombre d'éléments.

Relativement au premier ensemble, il obtient d'A. Hyatt, auteur du genre *Buchiceras*, un dessin du type (*B. bilobatum* de l'Amérique du Sud). La cloison a des selles denticulées et des lobes pointus. Il ne s'agit donc nullement des selles simples et des lobes élargis en sac, telles qu'en montrent les belles Cératites, tranchantes, carénées ou tricarénées du Turonien ou du Sénonien de France et d'Algérie. Pour celles-ci (*Am. Ewaldi, Fourneli, Robini, Tissoti*), un nom devient nécessaire; il propose celui de *Tissotia*, et, comme le type du genre, *T. Tissoti* du Coniacien des Tamarins près de Batna, a été incomplètement figuré par Bayle, il est amené à le reprendre et à discuter ses analogies avec les formes voisines [77, 78, 78 *bis*, 84]. Dans le Cénomanien, *A. Vibrayeanus*, belle forme bicarénée décrite par d'Orbigny à Vibraye dans la Sarthe, a une cloison de Goniatites, ce qui a amené Fischer à créer pour elle le genre *Neolobites*. Pour le noter en passant, H. Douvillé aura plus tard l'occasion de reprendre ou de signaler dans le Cénomanien d'Égypte [428] une série d'espèces, qui « ne sont peut-être que des races africaines du *N. Vibrayeanus* européen ». Au point de vue parenté,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

malgré que la selle externe soit déjà subdivisée par un lobule médian chez les *Neolobites*, d'où la présence de 5 selles au lieu de 3 ou 4 chez les *Tissotia*, il rapproche les deux genres.

Cherchant des formes analogues aux *Tissotia* dans des terrains plus anciens, H. Douvillé les trouve dans le Néocomien d'Alcoy. La riche collection de Verneuil à l'École des Mines, si précieuse pour l'Espagne, lui fournit des *Pulchellia*, à vrai dire bicarénées, mais qui ont nettement une cloison de *Tissotia*. Des mêmes gisements, elle renferme en outre tout un lot d'Ammonites apparentées, à région siphonale soit arrondie, soit carénée, soit encore bicarénée. La cloison, est, elle aussi très variable : parfois cératitiforme comme chez les *Tissotia*, elle peut cependant présenter des selles denticulées. Cherchant le plan commun de toutes ces cloisons, il le voit dans l'élargissement des lobes, notamment du premier latéral, qui, lorsqu'il est ramifié, présente une sattule médiane et devient nettement *bifide*. Tel va être le caractère essentiel, non seulement des Pulchelliidés du Néocomien qui peuvent descendre des Oppeliidés du Jurassique supérieur, mais aussi des *Tissotia* et d'autres Ammonites du Crétacé moyen ou supérieur, rangés dans la même famille, par exemple le genre *Stoliczkaia* (*Am. dispar*), qui peut être lui-même l'origine des *Scaphites*.

Les suggestions vont plus loin et le système va s'édifier d'une manière plus complète. Un premier lobe latéral pointu, trifide, caractérisera l'ensemble des *Hoplitidés*, par opposition aux *Pulchelliidés*, à premier latéral bifide. Dès lors, il faut *démembrer les genres* établis sur la considération de l'ornementation et de la région siphonale. Les types à carène, dits *Schlönbachia*, seront scindés, d'une part en *Schlönbachia* vrais (type : *Am. varians*) de la famille des Hoplitidés, d'autre part en *Mortoniceras* (groupe d'*Am. Roissyanus* et *Delaruei*, groupe d'*Am. inflatus* et *texanus*) de la famille des Pulchelliidés. De même, parmi les formes tuberculées, les Ammonites du groupe *Martini-mamillaris* reviennent aux Hoplitidés, tandis que les *Acanthoceras* francs (gr. d'*Am. rotomagensis*) passent aux Pulchelliidés.

De Grossouvre, dans ses belles études sur les Ammonites de la Craie, adopte les vues précédentes. Pour le groupe *Martini-mamillaris*, il crée le genre *Douvilleiceras*. Par ailleurs, le plus fort contingent des nombreux genres soit carénés, soit tuberculés, maintenus ou proposés, gravite autour des *Mortoniceras* ou des *Acanthoceras* vrais.

Quant aux formes à cloison étalée, à nombreux éléments,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

H. Douvillé, dans sa note sur les Cératites de la Craie, ne se préoccupe encore que de savoir comment une cloison complexe peut dériver d'une cloison normale, à peu d'éléments. En rapprochant des dessins de cloisons, depuis celle d'*Hoplites* tels qu'*H. splendens* jusqu'aux *Sonneratia* tranchants tels que *S. Cleon*, il voit la région externe du premier lobe latéral s'élargir et les lobules s'y accentuer. Ainsi naîtraient les *lobes adventifs* des *Placenticeras* et des *Sphenodiscus* et d'autres formes analogues, où l'ensemble de la cloison finit par rappeler celle si compliquée des *Pinacoceras* du Trias.

Dans le tableau qui vient d'être esquissé se trouve déjà l'essentiel des idées de H. Douvillé sur les Ammonites ornées du Crétacé. Les modifications et compléments apportés par la suite gravitent autour d'une note de 1921 sur la famille des Pulchelliidés [272].

Sous la désignation restreinte de *Pulchelliinés*, on retrouve les formes du Néocomien, plus généralement du Crétacé inférieur, avec toutes les additions dues aux travaux intercalaires d'autres auteurs. G. Sayn les fait débuter dans le Valanginien, tant d'Allemagne du Nord que du Jura et du Sud-Est de la France. Il s'agit surtout de types tranchants, les *Garnieria*, qui peuvent descendre d'*Oxynoticeras* du Jurassique supérieur de Russie. Un genre très rare, *Delphinites*, est bicaréné. Mais l'apogée des *Pulchelliinés* se place dans le Barrémien, tant du Sud-Est de la France que d'Algérie (Dj. Ouach) et d'Espagne (Alcoy), où les études de G. Sayn et de Nicklès les ont bien fait connaître. Il y en a aussi un beau contingent en Amérique du Sud, où ces Ammonites, signalées depuis longtemps, ont été reprises par Karsten, Gerhardt et d'autres. Quoique toutes les formes décrites paraissent parentes, nous savons déjà qu'une grande variété règne dans l'allure de la région siphonale et aussi dans la cloison dont les selles sont denticulées ou non. Dans la cloison cependant, on a bien le caractère commun déjà signalé : le premier lobe latéral est en forme de « sac arrondi » ; s'il présente un stage passager pointu, impair, celui-ci ne persiste pas, dit H. Douvillé, et la division « devient paire ». Les genres ont été multipliés par A. Hyatt et d'autres. H. Douvillé incline à les réduire à 3 ou 4 : *Nicklesia* pour les formes à région siphonale arrondie, *Pulchellia* pour celles qui sont bicarénées, *Psilotissotia* pour celles qui sont tranchantes ou carénées ; peut-être faut-il conserver aussi le genre *Heinzia*, « où le tubercule externe se dédouble par adjonction d'un externo-latéral comme plus tard chez les *Acanthoceras* ».

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

« A ce grand développement du groupe des *Pulchellia* dans le Barrémien, succède une éclipse complète, au moins dans nos pays ». Le groupe se maintiendrait toutefois dans le Nord de l'Amérique du Sud. H. Douvillé fait ainsi allusion à des faunules décrites par Gerhardt dans l'Aptien de Colombie. Cependant, de l'aveu même de Gerhardt, leur niveau est incertain ; et si l'on regarde les espèces, dont le grand intérêt serait de ménager le passage, et de fournir l'origine de la plupart des Ammonites ornées du Crétacé supérieur, il faut reconnaître qu'elles sont peu nombreuses et peu caractéristiques.

Il y a donc des réserves à faire sur le « retour offensif des Pulchelliidés » à l'Albien, c'est-à-dire sur l'hypothèse d'H. Douvillé qui voit dans les Ammonites de l'Albien et des niveaux ultérieurs une descendance des faunes barrémiennes et leur attribue une origine américaine. D'autres relations ont été suggérées, en particulier par l'auteur de cette analyse en 1907 [Partie moyenne des terrains crétacés, p. 98 et 105]. L'argument de la bifurcation du premier lobe latéral paraît peu décisif car certaines cloisons d'*Acanthoceras* ou de *Mortoniceras* montrent celui-ci indifféremment bifide ou trifide. C'est ce que dit bien, entre autres, L. Pervinquière [*Mém. S. G. F.*, n° 42, p. 63] : les *Mortoniceras* « sont loin de présenter une disposition constante à ce sujet ; j'ai vu à plusieurs reprises chez eux des lobes pointus ou trifides ». Cela ressort du reste aussi des cloisons reproduites par H. Douvillé. « Une fois de plus, dit encore Pervinquière, la cloison nous laisse dans l'incertitude ». Cette phrase prudente doit être méditée, non qu'il faille rejeter en bloc la considération de la cloison, au moins quant à son plan général ; mais tel détail comme la ramification du premier latéral n'a peut-être pas la valeur que lui ont attribuée H. Douvillé et de Grossouvre.

Quoi qu'il en soit, provenant ou non, en tout ou partie, des Pulchelliinés, une riche floraison s'épanouit à partir de l'Albien, et voici les ensembles qu'y découpe H. Douvillé.

Dans les Ammonites carénées, après exclusion des vrais *Schlönbachia* (gr. d'*A. varians*), les *Mortonicératinés* comprennent sans doute encore d'assez nombreux rameaux : celui d'*Am. Roissyi* et d'*Am. Delaruei*, celui de *Brancoceras* (*Am. Senequieri*), ceux des *Mortoniceras* francs (*Am. inflatus*, *Am. texanus*), sans parler des nombreux genres de de Grossouvre et d'autres : *Gauthiericeras*, *Peroniceras*, *Prionotropis*, *Barroisiceras*, etc.

Pour les formes tuberculées, il y a bien lieu de séparer des *Acanthocératinés*, comme on l'a indiqué précédemment, le genre

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Douvilleiceras de Grossouvre, que tous les auteurs s'accordent à rattacher aux Hoplitidés. H. Douvillé en parle dans le Louristan [187] pour rétablir le développement ontogénique de *D. Cornuelianum*. Il y revient à propos du Moghara [324] et y donne une assez curieuse interprétation de la cloison des *Douvilleiceras*. Le groupe dérive pour lui des *Hoplites* bituberculés sur les flancs (*Acanthodiscus radiatus*), dont le lobe latéral est trifide, avec trois lobules (*le*, *lm*, *li*), séparés par deux sattules. A partir de *Douv. Martini* la sattule externe prend un grand développement ; elle donne la première selle latérale apparente, le lobule interne *li* s'étant complètement séparé du lobe latéral initial. Dans ces conditions, on peut se demander en passant ce que devient l'argument du premier latéral trifide qui, à l'origine, est intervenu pour faire séparer les *Douvilleiceras* des *Acanthoceras*.

Pour les *Acanthoceras* francs, ils sont découpés en *Acanthocératinés* et *Mantellicératinés*. La distinction, assez délicate, se ferait grâce aux jeunes, qui ont des tubercules sur la région siphonale chez les premiers (*Am. rotomagensis*), tandis que les seconds en sont dépourvus et montrent cette région siphonale accompagnée de chaque côté de tubercules latéraux (*Am. Martimpreyi*). L. Pervinquière s'était déjà battu avec ce caractère, à vrai dire assez fugace.

Déjà dans l'Albien, les *Acanthocératinés* comprennent divers rameaux : celui d'*Am. Lyelli*, celui d'*Am. dispar* (*Stoliczkaia*). Dans le Cénomanien, le groupe d'*Am. rotomagensis* a partout un beau développement. H. Douvillé en reprend ou décrit des formes en Perse [187], dans l'Himalaya central [315] et en Égypte [428]. Ce groupe décline dans le Turonien (*A. Deveriæ*), puis semble « disparaître complètement ».

Aux *Mantellicératinés*, il rattache d'abord le genre *Raulinieceras* qu'il crée pour *Am. camatteanus*, forme cependant bien voisine d'*Am. Lyelli*, et pour sa variété du Bassin de Paris, *Am. gladiator* dont *Am. mosensis* ne serait qu'un adulte gérontique. Les *Mantelliceras* vrais du Cénomanien (*Am. Martimpreyi*) donneraient les *Mammites* du Turonien, qu'Henri Douvillé retrouve en Égypte [428].

C'est également aux *Mantellicératinés* qu'il faudrait raccorder les *Vascocératinés* du Turonien avec les belles formes larges, massives et stéphocératoïdes au moins chez le jeune, du Turonien du Portugal, de Tunisie et d'ailleurs, pour lesquelles Pervinquière et Choffat ont créé les genres *Fagesia* et *Vascoceras*. *Vascoceras* se trouve en Égypte [428]. Il en est de même de *Thomasites*, genre de Pervinquière pour des formes également

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

massives du Turonien inférieur, dont l'aspect adulte rappelle *Neoptychites* KOSSMATT (*Am. Telinga* STOL. = *Am. cephalotus* COURT.), mais avec un jeune tuberculé rappelant un *Acanthoceras* ou un *Mantelliceras*.

Arrivant aux *Tissotiinés*, lorsqu'en 1921 H. Douvillé est amené à en reparler [272], la question s'est plutôt compliquée. Avec les gisements algériens ou français, en se basant surtout sur la cloison plus ou moins denticulée, Peron a tracé des genres : *Pseudotissotia*, *Hemitissotia*, *Plesiotissotia*, *Heterotissotia*, s'ajoutant à *Tissotia*. A. Hyatt, opérant exclusivement sur les figures des autres auteurs et considérant surtout la région siphonale, carénée, tricarénée, etc., a ajouté les siens. On semble avoir là franchement dépassé le genre *brindille* et découper à travers des variétés, des races, peut être même des variations individuelles, sans compter que la stratigraphie est délaissée et qu'il s'agit à la fois d'espèces turoniennes ou sénoniennes. Les Tissotinés appellent une révision, opérant si possible sur des faunes nombreuses, délimitant véritablement des « groupes naturels » comme a dit H. Douvillé au début de ses études, et les situant dans l'arbre généalogique à une place justifiée aussi bien par l'ensemble de leurs caractères que par leur niveau exactement fixé.

Relativement aux formes dérivées, c'est-à-dire à celles où la cloison s'étale et finit par comporter des lobes adventifs, les considérations de H. Douvillé, bien que fragmentaires, sont intéressantes quant à leur sens général.

A propos d'Ammonites du Cameroun, considérées d'abord comme néocomiennes, mais que les auteurs ultérieurs, notamment Solger, poussent dans le Crétacé supérieur, von Koenen avait proposé, en 1898, le genre *Hoplitoides*. Il s'agit de formes où « le premier lobe latéral est divisé en deux branches principales, souvent subdivisées à leur tour, parce que leur ombilic est très étroit ». On retrouve là l'évolution de la cloison esquissée à propos des *Hoplites* et des *Sonneratia* par H. Douvillé dans sa première note sur les Cératites. Toutefois l'extension donnée à la famille des Pulchellidés l'amène maintenant à partir non plus des *Hoplites*, mais de cloisons où le premier lobe latéral est à 2 ou mieux encore à 4 lobules séparés par 3 sattules, à savoir deux lobules ventraux ou extralobules (l^1 v^2, l^1 v^1) et deux lobules dorsaux ou introlobules (l^1 d^1, l^1 d^2), respectivement séparés par les sattules *1*, *2* et *3*. Les genres sont assez mal définis : *Hoplitoides* serait à réserver aux espèces bicarénées ; *Cœlopoceras* et d'autres, aux espèces carénées. Mais il peut y avoir réduction à deux

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

(l^1 v et l^1 *d*) dans le nombre des lobules séparant les 3 sattules *1*, *2* et *3*. Il en serait ainsi dans des formes carénées, présentes et même abondantes dans le Turonien de France, d'Afrique du Nord et d'Égypte, pour lesquelles H. Douvillé propose le genre *Leoniceras* (*L. Luciæ*, *L. segne*, etc.). La réduction, puis la disparition de la sattule ventrale 1, donne une cloison qui rappellerait celle des *Neoptychites* ou encore des *Thomasites* dont il a été question déjà à propos de l'ornementation.

Restent enfin les formes dérivées où il y a vraiment des *lobes adventifs*, c'est-à-dire où « les lobules s'individualisent progressivement, augmentent d'importance et deviennent de véritables lobes ». Leur interprétation ne va pas sans de sérieuses difficultés.

On aurait un seul lobe adventif, résultant du développement du lobule médian (s^1 *l*) de la selle externe, dans les *Libycoceras*, genre cératitoïde à cloison très étalée, créé par A. Hyatt pour *Sphenodiscus Ismaelis* du Maestrichtien du Désert libyque, dont *L. chargense* Blanckenhorn ne serait qu'une « simple variété inerme et plus âgée » [428].

Les 2 lobes adventifs de *Placenticeras syrtale* proviendraient du développement du même lobule s^1 *l* et du lobule ventral l^1 *v* du premier lobe latéral.

Relativement aux incertitudes d'interprétation de ces cloisons, rien ne les met mieux en évidence que les variations au sujet du genre *Knemiceras*, créé par G. Bœhm pour *Am. syriacus*. En plus des jolies formes pulchelloïdes du Vraconnien ou du Cénomanien inférieur des régions syriennes, on y a rattaché par la suite : *Placenticeras Uhligi* Choffat du même niveau au Portugal, *Amaltheus Ebrayi* de Loriol du Gault de Cosne, et aussi *Buchiceras alternatum* Gabb de l'Albien du Pérou et autres régions de l'Amérique du Sud. H. Douvillé a parlé plusieurs fois de ces *Knemiceras*. Initialement [71], comme G. Bœhm, il leur attribue 3 lobes adventifs. Ensuite [272], tout en reconnaissant que « quand les lobes sont disposés en série régulière, il est quelquefois assez difficile de distinguer quel est celui qui représente le premier latéral », il ajoute que « la distinction est plus facile avec des échantillons renflés ». Ainsi, par comparaison avec *Hemitissotia batnensis*, qui, pour le noter en passant, est une espèce coniacienne, c'est-à-dire beaucoup plus tardive que les *Knemiceras*, les deux lobes adventifs seraient s^1 *l* et l^1 *v*, l'emplacement du premier latéral initial carrespondant à l^1 *d*. Au Moghara [324], il décrit d'abord une espèce nouvelle, *Kn. priscum*, très plate, peu ornée, à carènes rapprochées qui serait aptienne. Une autre forme également lisse, mince, nageuse, *Kn. gracile*,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

se distingue de la précédente par des carènes denticulées et serait albienne. Mais dans cet Albien ou dans le Vraconnien, le plus gros contingent comprend des formes assez vigoureusement ornées qui sont déterminées *Kn. Uhligi*, bien voisin, dit-il, de *Kn. syriacum*. L'interprétation de la cloison reste celle de la note précédente. Finalement [428], des *Knemiceras*, du G. Chebrouet près des Lacs amers en Égypte, l'amènent à se demander si *Kn. Uhligi* ne serait pas tout simplement l'adulte de *Kn. syriacum*. Pour la cloison, cherchant maintenant l'origine des *Knemiceras* directement dans les *Pulchellia*, il n'y voit plus qu'un lobe adventif s^1 l ; l^1 v devient le premier latéral et l^1 d le deuxième.

Il est inutile de multiplier ces remarques, auxquelles pourraient se prêter de nombreux genres mal définis du Crétacé supérieur. La véritable histoire naturelle en est sans doute à reprendre, en tenant compte de tous les caractères et des niveaux, ainsi qu'on l'a déjà réclamé précédemment.

A côté des formes ornées figurent des formes lisses, des *Lytoceras*, des *Phylloceras* et même dans l'Albien du Moghara [324] un *Silesites*. H. Douvillé les a déterminés ou décrits à l'occasion.

A propos des *Desmoceras*, genre polyphylétique pour W. Kilian, et comme tel à démembrer dit H. Douvillé, il apporte des suggestions intéressantes [314, 324]. On doit exclure des *Desmoceras* le sous-genre *Uhligella* (gr. d'*Am. Wallerenti*) qui, bien que souvent difficile à séparer des vrais *Desmoceras*, est parfois plus orné et serait, pour H. Douvillé, à rapprocher des Hoplitidés. Des trois autres sous-genres, *Latidorsella* (gr. d'*Am. latidorsatus*) est le type primitif. C'est cependant le plus récent ! Avec des formes lourdes, benthiques, vivant à la manière des Nautiles, etc., il relierait les *Desmoceras* aux *Sowerbyceras*, c'est-à-dire aux Phyllocératidés largement ombiliqués du Jurassique supérieur. *Puzosia* (gr. d'*Am. Mayorianus*) serait un intermédiaire néritique vers les *Desmoceras s. str.* (gr. d'*Am. Beudanti*), qui, avec leur forme amincie, peu ombiliquée, peu ornée, correspondrait au type bon nageur, nectique.

Une question souvent posée est celle de l'origine des formes déroulées. H. Douvillé [428] admet bien l'opinion classique, qui des *Hoplites*, fait descendre les *Crioceras*, les *Ancyloceras*, les *Heteroceras* du gr. d'*H. Emerici*, etc. Il est plus sceptique pour l'origine attribuée aux *Hamites*, aux *Ptychoceras* et aux *Baculites*, que leur lobe latéral bifide fait rattacher d'habitude aux Lytocératidés. En tout cas, pour *Bostrychoceras* (*Heteroceras* du gr. d'*H. polyplocum*), il le met au voisinage des *Acanthoceras* et il le récupère au profit de ses Pulchelliidés.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

CONCLUSION

Un rapide raccourci voudrait essayer, en terminant, de caractériser l'œuvre d'Henri Douvillé. Malgré son apparente dispersion, elle trouve son unité dans les circonstances de son développement et surtout dans la personnalité éminente de ce grand savant.

S'exerçant sur de grands intervalles des temps géologiques, H. Douvillé a pour lui-même disposé de la durée. Pendant près de soixante-dix ans, il a pu travailler, avec la même lucidité, jusqu'à la fin. Il a bénéficié également d'une belle indépendance matérielle, assurant à son existence une stabilité rare. Mais ces conditions favorables n'auraient pas suffi, sans un effort aussi méthodique qu'inlassable, et sans des qualités d'esprit véritablement hors de pair.

Il a d'abord été géologue et s'est formé sur le terrain aux disciplines les plus diverses dans le Bassin de Paris et les alentours. Il est resté géologue en abordant accidentellement les Alpes, mais surtout en revenant à maintes reprises dans le Bassin d'Aquitaine et la bordure septentrionale des Pyrénées. Géologue, H. Douvillé l'est demeuré encore lorsque des préoccupations stratigraphiques et paléogéographiques constantes ont accompagné l'étude des faunes innombrables qui ont passé par ses mains, pour finir par se rapporter surtout, dans le Crétacé et le Tertiaire, depuis l'Amérique centrale jusqu'en Malaisie, à ce qu'il a appelé la Mésogée.

Comme archives paléontologiques, il a profité d'abord des ensembles incomparables que Bayle et d'autres avaient rassemblés à l'École des Mines. Ensuite il se plaît à rappeler les envois de ses anciens élèves, ingénieurs des Mines, voyageant ou poursuivant de longues explorations dans les régions souvent très lointaines. Il a dû beaucoup également à des collègues, à des amis, aux officiers aussi. Les noms en ont été cités dans l'analyse de ses travaux exotiques. Rappelons ici celui de J. de Morgan avec les riches faunes de Perse, celui aussi de J.-C. Barthoux avec celles, assez imprévues, de l'Égypte à l'Est du Canal de Suez. Les récoltes de ces deux explorateurs ont fait l'objet de deux des plus beaux mémoires de H. Douvillé. Mais, à mesure que sa notoriété s'est étendue, les fossiles ont fini par venir de tous les coins du globe. Pour les Français, on a remarqué la part qu'il a prise à l'essor des études géologiques dans nos territoires d'outre-mer : l'Indochine, Madagascar, la Tunisie, le Sud-algérien, le Maroc ont tour à tour requis ses services. Quant aux

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

étrangers, on a noté sa collaboration avec le Service géologique de l'Inde, aussi bien qu'avec celui des Indes néerlandaises ou encore celui des Philippines, et les études provoquées, tant en Extrême-Orient qu'en Amérique centrale, par les envois des géologues pétroliers, Tobler, Buxtorf et bien d'autres, sans omettre ce qui lui est parvenu de l'Angola et du Pérou.

On s'adressait à H. Douvillé à cause de sa compétence universellement reconnue, mais aussi parce que, chez lui, le matériel ne dormait pas, comme bien souvent ailleurs. Presque immédiatement, on obtenait une réponse, une réaction. Toute la correspondance de ce véritable gentilhomme de science, particulièrement courtoise, en fait foi. Puis, après un délai, souvent court, les faunes étaient décrites. Qu'on regarde les dates de la liste bibliographique : on rétablit l'arrivée des envois et leur rapide mise en œuvre. Travailleur acharné, sachant s'isoler tant à l'École des Mines que chez lui, H. Douvillé a réalisé à lui seul une sorte de grand office de déterminations, à multiples départements comme on dirait à l'étranger. De tels offices, il faudra bien qu'un jour, chez nous, l'organisation systématique en soit prévue. Avec les puissants moyens bibliographiques et les collections dont disposent par exemple les grands établissements parisiens : Muséum, École des Mines, Sorbonne, la coordination des efforts, et surtout la stabilisation et la spécialisation d'un personnel approprié, rendraient de grands, d'indispensables services. Le vide laissé par la mort de H. Douvillé est bien propre à faire réfléchir sur cette nécessité.

Il a donc fourni une besogne considérable de détermination et de description, dans laquelle éclate déjà son esprit critique, autant que la précision, la clarté et l'élégance de ses exposés. Ses monographies sont, pour la plupart, des modèles du genre. Toutefois, il ne s'est jamais satisfait de cette première étape. Certes, il est indispensable de dresser pour les faunes des listes correctes et complètes, d'en déterminer exactement le niveau, d'en reconnaître le faciès : c'est là l'objet de la paléontologie stratigraphique. Mais toujours, lorsque les formes s'y sont prêtées, son esprit, curieux et inventif, veut les comprendre et expliquer leurs particularités. Pour cela, il cherche à les replacer dans le cadre de la nature vivante, et s'il n'a pas ou peu employé le mot qui a fait fortune ailleurs, beaucoup de ses études sont du domaine de la *Paléobiologie*. Elles fourmillent de simples remarques ou bien de considérations générales plus étendues, tout comme les travaux de Dollo, d'Abel et d'autres, qui ont développé une telle tendance. A propos de chaque groupe,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

ce point de vue a été souligné. En particulier, qu'on relise ce qui concerne les Lamellibranches. Coquilles d'animaux actifs, d'animaux paresseux, d'animaux fixés par fixation pédieuse, byssale ou encore directe, d'animaux fouisseurs ou cavicoles, parfois retournés à la vie active et sécularisés comme il dit, les formes s'éclairent à l'aide de ces thèmes bien souvent rappelés.

C'est dans le même esprit qu'H. Douvillé essaye de rétablir, au moins par morceaux, la descendance, la phylogénie, qui, à son sens, doit fournir la base véritable des classifications naturelles. Mais il faut commencer par pourchasser les convergences trompeuses, dues à un même mode de vie, sans que les formes semblables soient toujours apparentées. H. Douvillé est ainsi amené à dissocier les groupements artificiels, les « genres-fagots » comme il les a appelés. Il est aussi conduit à rechercher, à préciser la valeur des différentes sortes de caractères. Les caractères évolutifs, primitifs d'abord, évolués ensuite, affectent d'ensemble, plus ou moins tôt, tout un groupe, à la manière d'une mode généralisée, et il n'y a pas grand'chose à en tirer pour le détail de la phylogénie. Les caractères adaptifs dépendent du genre de vie; ce sont eux qui créent précisément les convergences dont il vient d'être parlé, et il faut s'en méfier au point de vue généalogique. Les caractères statifs enfin ont une plus grande durée relative ; ceux-là, ces caractères statifs, il convient de les rechercher avec soin, car ils fournissent les vrais, les principaux fils conducteurs pour rétablir les descendances.

Phylogénie, descendance, généalogie, voilà des termes empruntés au langage transformiste. H. Douvillé est en effet très délibérément évolutionniste. Y a-t-il du reste une autre solution possible en face du renouvellement constant des faunes à travers les âges? A moins d'admettre un mystère répété à tous les étages, ce qui n'est pas une position scientifique, on ne peut concevoir une autre manière d'envisager la succession des êtres vivants. H. Douvillé précise en outre explicitement [266] qu'il est évolutionniste dans le sens de Lamarck. La variation trouve sa cause dans la façon de vivre et, mieux encore, dans les changements du mode de vie, bref dans l'adaption. Les organes, ou tout au moins ce que permettent d'en rétablir les restes fossiles, ont dû avoir une fonction. Sans arriver à leur donner toujours une signification physiologique précise, H. Douvillé se pose continuellement à ce sujet des questions et émet des suggestions.

On connaît les dangers de la méthode. Les précurseurs ont parfois donné trop libre cours à leur imagination et certaines de leurs interprétations, par trop simplistes et anthropomorphiques,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

font aujourd'hui sourire. H. Douvillé n'est pas complètement à l'abri de tels reproches, par exemple dans sa boutade sur l'origine de l'homme. Beaucoup plus étoffée et solide se présente l'argumentation sur les groupes où l'on dispose d'une documentation immense et les pages précédentes ont montré que la sienne a été l'une des plus fournies du temps présent. Alors le champ des probabilités se resserre et l'on a beaucoup de chances d'approcher de la vérité.

Au surplus, lorsqu'on a tout vu et correctement vu, n'a-t-on pas le droit d'émettre des idées et des hypothèses, quitte à avoir assez d'esprit critique pour en changer, quand ces idées ou ces hypothèses viennent à être controuvées par un supplément d'information. H. Douvillé ne s'en est pas privé, par exemple lorsqu'il lui a bien fallu admettre qu'il y avait continuité du Secondaire à l'Éocène inférieur en Aquitaine, par exemple lorsqu'il a modifié sa conception sur l'origine des différents genres de Bivalves fouisseurs ou Desmodontes. Quoi qu'il en soit de ces allées et venues, son œuvre, intelligente au suprême degré, *fait vivre la Paléontologie*. La plupart de ses hypothèses, dussent-elles être abandonnées ou modifiées, n'en sont pas moins toutes intéressantes ; elles incitent à réfléchir au moins les naturalistes qui ne considèrent pas l'étude des êtres disparus comme une simple traduction photographique des faits observés. Au reste, si l'on élève le débat, les sciences naturelles ne sont-elles point, en transposant l'adage classique sur l'effort artistique, l'interprétation humaine s'ajoutant à l'observation de la nature ? H. Douvillé a donc constamment raisonné sa phylogénie.

Quant aux processus mêmes, aux modalités de l'évolution, les archives paléontologiques, bien qu'elles apportent au transformisme ses meilleures preuves d'ensemble, ne permettent pas, par contre, des analyses aussi fines que les résultats de l'expérimentation génétique telle qu'elle se développe aujourd'hui. Cependant, influencé par les écrits du botaniste de Vries, H. Douvillé a parlé [442] d'une *évolution en escalier*, « où chaque marche représente une espèce ; leur réunion constitue un rameau. Mais quelquefois on constate des modifications brusques entraînant l'apparition de caractères nouveaux qui se perpétuent par hérédité, et c'est ainsi que prennent naissance de nouveaux rameaux ». De cette manière s'expliquerait la constatation assez décevante, sur laquelle a surtout insisté Ch. Depéret, que les rameaux phylétiques paraissent indépendants, qu'ils s'enracinent souvent beaucoup plus loin dans le passé qu'on ne le croyait, qu'ils se développent et croissent de taille parallèlement, alors qu'à l'origine, les déri-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

vations, les bifurcations certaines ne sont jamais rencontrées. Ce serait vrai pour les Mammifères, moins généralisable aux Invertébrés. En tous cas, il faut bien reconnaître qu'une interprétation totale est loin d'avoir été formulée.

Cette interprétation totale, H. Douvillé, au fond très objectif et ennemi des grands systèmes, a eu la sagesse de ne point encore la proposer. Il constate dans le détail ; il projette des faisceaux de lumière sur les groupes qu'il étudie ; ses publications fourmillent d'idées qui leur donnent un cachet profondément original.

A côté de cela, le bagage positif est immense. On ne voit guère, et pour longtemps, les paléontologistes s'occupant d'Invertébrés, par exemple de Foraminifères, de Bivalves ou de Rudistes, sans venir constamment y puiser.

Au total, l'œuvre entière prend une place de choix dans l'édifice des sciences naturelles, et elle est de celles qui font grand honneur au génie français.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

LISTE DES PUBLICATIONS
DE
HENRI DOUVILLÉ

Les numéros de cette liste sont ceux qu'il avait adoptés lui-même dans ses deux notices de candidature à l'Académie des Sciences [174 *bis* et 217], puis dans le complément manuscrit qui lui servait pour la distribution de ses tirages à part. Ces énumérations omettaient cependant des publications importantes. Aussi, pour être aussi complet que possible, a-t-on usé ici de numéros supplémentaires, affectés de *bis* et de *ter* et même, exceptionnellement, de *quater*.

Comme abréviations dans les références, les principales sont les suivantes :

B. S. G. F. (2), XXVIII, p. 52-54, pour : *Bulletin de la Société géologique de France*, 2e série, tome XXVIII, pages 52 à 54. — *C. R. somm.*, 2 décembre, p. VII-VIII, pour *Comptes rendus sommaires de la Société géologique de France*, séance du 2 décembre, pages VII et VIII. — *CR. Ac. Sc.*, 74, p. 1262-1265, pour *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, tome 74, pages 1262 à 1265.

Cartes géologiques.

Feuilles de la Carte géologique détaillée de la France au 1 : 80.000e.

1. Feuille n° 3, de Boulogne (juin 1876).
2. — n° 95, d'Orléans (octobre 1877).
3. — n° 109, de Gien (octobre 1877).
4. — n° 122, de Bourges (août 1879).
5. — n° 69, de Nancy (août 1879).
6. — n° 108, de Blois (août 1884), en collaboration avec G. le Mesle.
7. — n° 3, de Boulogne, 2e édition (août 1885), en collaboration avec E. Rigaux.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Notes et Mémoires.

1871.

8. Sur l'âge du calcaire de Château-Landon (Seine-et-Marne). *B. S. G. F.* (2), XXVIII, p. 52-54.

1872.

9. Sur le terrain de sable granitique et d'argile à silex (en collaboration avec M. Potier). *CR. Ac. Sc.*, 74, p. 1262-1265.
10. Sur les terrains houillers des bords du Rhin. *Id.*, p. 1323-1325.
11. Sur la faille de Vernon. *B. S. G. F.* (2), XXIX, p. 472-478, pl. III.

1873.

12. Procès-verbaux de la réunion extraordinaire à Roanne, du 31 août au 6 septembre. *B. S. G. F.* (3), I, p. 441.
13. Observation sur la classification des terrains houillers du Roannais. *Id.*, p. 450-453.
14. Observation sur les couches de passage du Lias inférieur au Lias moyen dans le Cher. *Id.*, p. 479-480.

1874.

15. Les granulites et les porphyres quartzifères des environs d'Avallon (Yonne), en collaboration avec Auguste Michel-Lévy. *B. S. G. F.* (3), II, p. 189-195.
16. Sur la partie moyenne du terrain jurassique dans le Berry, en collaboration avec M. Jourdy. *Id.*, (3), III, p. 93-112.
17. Observations sur quelques fossiles cités dans la note précédente. *Id.*, p. 112-134.
17 *bis*. Notes sommaires sur le Berry rédigées pour l'excursion géologique de l'École des Mines de 1874. 1 brochure autographiée de 20 pages avec 1 tableau synoptique des formations.
18. Observation sur l'allure du Crétacé dans la région du Blanc-Nez. *B. S. G. F.* (3), III, p. 580.

1875.

19. Sur la constitution du terrain tertiaire dans une partie du Gâtinais et de l'Orléanais. *B. S. G. F.* (3), IV, p. 92-104, pl. II.
20. Sur le système du Sancerrois et le terrain sidérolithique du Berry. *Id.*, p. 104-110.
21. Observation sur la gaize du Cher. *Id.*, p. 259.

1876.

22. Les études lithologiques en France. *Revue scientifique*, 2e série, t. X, p. 377-381.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

23. Sur le Kersanton, en collaboration avec Auguste Michel-Lévy. *B. S. G. F.* (3), V, p. 51-57, pl. I.
24. Observation sur l'âge géologique du Kersanton de la rade de Brest, en collaboration avec Auguste Michel-Lévy. *Id.*, p. 348-350.

1878.

25. Sur le Bathonien des environs de Toul et de Neufchâteau. *B. S. G. F.* (3), VI, p. 568-577.
26. Compte rendu d'une excursion à Vernon. *Id.*, p. 694-697.
26 *bis*. Course de la Société géologique aux environs de Vernon. Note autographiée de 4 pages.
27. Résumé de la question des sables dits éruptifs. *B. S. G. F.* (3), VI, p. 706-710.
28. Sur les relations des Sables de l'Orléanais, des Sables de la Sologne et des Faluns de la Touraine. *Association française pour l'avancement des sciences, Congrès de Paris*, p. 557-563.
29. Le Bassin de Vienne. *Revue scientifique*, 2e série, t. XII, p. 691-692.
30. Sur les assises supérieures du terrain tertiaire du Blaisois. *C. R. somm.*, 2 décembre, p. VII-VIII, et *B. S. G. F.* (3), VII, p. 52-59.
31. Observations sur la structure du test des animaux rayonnés. *B. S. G. F.* (3), VII, p. 59.

1879.

32. Présentation de l'Atlas du IVe volume de l'Explication de la Carte géologique détaillée de la France par M. Bayle et énumération des genres nouveaux contenus dans cet ouvrage, avec l'indication des espèces types de ces genres. *Id.*, p. 91-92.
33. Sur la classification des Brachiopodes de la famille des *Terebratulidæ*. *C. R. somm.*, 3 février, p. XXII-XXIII.
33 *bis*. Sur quelques genres de Brachiopodes (*Terebratulidæ* et *Waldheimiidæ*). *B. S. G. F.* (3), VII, p. 251-277, 19 fig.

1880.

34. Sur la forme de l'*Ammonites pseudo-anceps*. *Journal de Conchyliologie*, 3e série, t. XX, p. 355-362, 2 fig. dans le texte.
35. Sur l'*Ammonites pseudo-anceps* et sur la forme de son ouverture. *B. S. G. F.* (3), VIII, p. 239-246, 7 fig.
36. Sur le Miocène du Blaisois. *Id.*, p. 247.
36 *bis*. Réunion de la Société géologique de France à Boulogne-sur-Mer: Observation sur le plissement du milieu de la période houillère. *Id.*, p. 511. — Observation sur la formation des minerais de fer pisolithiques. *Id.*, p. 619 et p. 640.
37. Sur le parallélisme du terrain jurassique du Boulonnais et des pays voisins. *Id.*, p. 584-585.
38. Compte rendu de l'excursion à Châtillon. *Id.*, p. 646-647.
39. Congrès géologique international, 2e Session à Boulogne. Règles à suivre pour établir la nomenclature des espèces et rapport du Secrétaire de la Commission. 1 brochure de 19 p., Paris, 1880, reproduites dans les *Comptes rendus du Congrès de Bologne*, 1882, p. 592-608.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

1881.

39 *bis*. Présentation d'une note de M. Davidson sur les Brachiopodes du grès armoricain. *B. S. G. F.* (3), IX, p. 6.

39 *ter*. Présentation d'une note de M. Davidson sur les lamelles de jonction des spires internes dans des Brachiopodes d'Angleterre. *Id.*, p. 222.

40. Sur la partie moyenne du terrain jurassique du bassin de Paris et sur le terrain corallien en particulier. *Id.*, p. 439-474.

41. Observation sur la limite entre le Pliocène et le Quaternaire. *Id.*, p. 285.

42. Sur la position du calcaire de Montabuzard. *Id.*, p. 392-395.

1882.

43. Observation sur le granite de Limoges. *B. S. G. F.* (3), t. X, p. 144 et 147.

44. Observations à propos d'une note MM. Charpy et de Tribolet sur le terrain crétacé moyen et supérieur à Cuiseaux (Saône-et-Loire). *Id.*, p. 150 et p. 152.

44 *bis*. Observations diverses. *Id.*, p. 236 et p. 246.

45. Sur le gisement quaternaire de Montreuil découvert par M. Vasseur. *Id.*, p. 295-296.

1883.

45 *bis*. Observations diverses. *B. S. G. F.* (3), XI, p. 92 et p. 191.

46. Sur quelques fossiles des calcaires à chaux hydraulique de la Farge, près le Teil (Ardèche). *Id.*, p. 315.

46 *bis*. Allocution présidentielle. *Id.*, p. 318-321.

1884.

46 *ter*. Présentation de l'ouvrage de Quenstedt : « Die Ammoniten der schwabischen Jura ». *B. S. G. F.* (3), XII, p. 301-303.

46 *quater*. Carte géologique des environs de Blois, en collaboration avec M. G. Le Mesle. *Association française pour l'avancement des Sciences. Congrès de Blois*, p. 180 et p. 255-258.

47. Présentation d'une note de M. Zürcher sur la zone à *A. Sowerbyi* dans le Sud-Ouest du département du Var. *B. S. G. F.* (3), XII, p. 685-686.

48. Sur quelques fossiles de la zone à *Am. Sowerbyi* des environs de Toulon. *Id.*, III, p. 12-44, 17 fig., pl. XI-III.

1885.

49. Sur la partie moyenne du terrain jurassique entre Poitiers et le Blanc, en collaboration avec M. Rolland. *B. S. G. F.* (3), XIII, p. 324-334, 1 fig.

50. Sur la limite de l'Oxfordien et du Corallien dans le centre de la France. *Id.*, p. 334-337.

51. Sur la présence d'*Halitherium* dans les faluns de Pontlevoy. *Id.*, p. 441.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

51 *bis*. Sur des débris de Sauriens de grande taille recueillis dans les marnes oxfordiennes de Dives et de Villers. *Id.*, p. 441.

1886.

52. Examen des fossiles rapportés du Choa par M. Aubry. *B. S. G. F.* (3), XIV, p. 223-241, pl. XII.
53. Essai sur la morphologie des Rudistes. *Id.*, p. 389-404, 19 fig.
54. Sur les fossiles rapportés du Tonkin par M. Jourdy (*Spirifer mosquensis* et *Myophoria* cf. *Goldfussi*). *Id.*, p. 453.
55. Étude sur les grès de la forêt de Fontainebleau. *Id.*, p. 471-481, 1 fig.
56. Présentation d'une plaque de marbre, couverte de Trilobites, notamment d'*Agnostus*, et rapportée de Chine par M. Regnault de Prémesnil. *Id.*, p. 482-483.
57. Sur quelques Brachiopodes du terrain jurassique. *Bull. Soc. Sc. hist. et nat. de l'Yonne*, 2e semestre, p. 43-102, fig. 1-6, pl. 1-4. — Présentation au *B. S. G. F.* (3), XIV, p. 482.

57 *bis*. « Die Ammoniten des schwäbischen Jura » du Professeur Quenstedt. *Id.*, p. 581-582.

57 *ter*. Observations géologiques recueillies par M. Fontannes lors du percement du tunnel de la ligne de Collonges à Lyon-Saint-Clair. *B. S. G. F.* (3), XV, p. 61.

1887.

58. Observations sur l'application des règles de la nomenclature relativement à des espèces de Brachiopodes de Defrance reprises par M. Deslongchamps. *B. S. G. F.* (3), XV, p. 81-82.

58 *bis*. Le testament de M. Fontannes. *Id.*, p. 174.

59. Observations sur le genre *Apricardia* Guéranger 1853. *Id.*, p. 193-194.

59 *bis*. Observations sur le genre *Polyconites* Roulland 1830. *Id.*, p. 358.

60. Notice nécrologique sur Francisque Fontannes. *Id.*, p. 470-489, avec une liste des travaux.
61. Sur quelques formes peu connues de la famille des Chamidés. *Id.*, p. 756-802, 19 fig., pl. XXVIII à XXXI.

1888.

61 *bis*. Présentation d'une photographie de M. Fontannes et d'une brochure de M. de Grossouvre sur les minerais de fer du centre de la France. *B. S. G. F.* (3), XVI, p. 245.

61 *ter*. Présentation de l'ouvrage de M. Gemmellaro sur la Faune des calcaires à Fusulines de la vallée du Sosio. *Id.*, p. 516.

62. Étude sur les Caprines. *Id.*, p. 699-730, 9 fig., pl. XXII-XXV.
63. Analyse des travaux de 1887 relatifs aux Mollusques Lamellibranches. *Annuaire géologique universel*, t. IV, p. 786-794.
64. Sur la faune coralligène supérieure à l'Urgonien. *B. S. G. F.* (3), XVII, p. 233.

1889.

65. Révision des Hippurites. Sa nécessité. Premiers résultats obtenus. *B. S. G. F.* (3), XVII, p. 330-331.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

65 *bis*. Présentation d'un grand échantillon de Crustacé (*Arthropleura*) découvert par M. Zeiller dans le houiller de Saint-Étienne. *Id.*, p. 466.

66. Observations sur *Hippurites striata* et *Hipp. sulcata*. *Id.*, p. 469-470.

67. Sur quelques Rudistes du terrain crétacé inférieur des Pyrénées. *Id.*, p. 627-653, 18 fig., pl. XV et XVI.

68. Sur des fossiles jurassiques de Tunisie envoyés par M. Aubert. *Id.*, p. 655.

69. Examen en coupes minces d'échantillons de M. Lasne : phosphates jurassiques d'Argenton et rognons à quartz bipyramidé du sidérolithique de la même région. *Id.*, p. 655-656.

69 *bis*. Remarque à propos de *Nummulites variolarius* dans le Bassin de Paris. *Id.*, p. 875.

70. Revue de Paléontologie pour l'année 1888. Ouvrages généraux. *Annuaire géologique universel*, t. V, p. 900-913. Lamellibranches. *Id.*, p. 1111-1135.

70 *bis*. Observations à propos des couches à Congéries. *B. S. G. F.* (3), XVIII, p. 107.

1890.

71. Sur la classification des Cératites de la Craie. *B. S. G. F.* (3), t. XVIII, p. 275-292, 18 fig.

72. A propos de l'âge supérieur à l'Aptien de couches à Échinides du Mexique. *Id.*, p. 299.

72 *bis*. Sur *Hippurites organisans* et les Hippurites du gr. d'*H. cornuvaccinum*. *Id.*, p. 324-325.

72 *ter*. Remarque sur *Ammonoceras*. *Id.*, p. 342.

72 *quater*. Remarque sur les transgressions invoquées par M. Welsch dans le département d'Oran. *Id.*, p. 510.

73. Notes autographiées pour une partie du cours de Paléontologie professé à l'École des Mines et renfermant en particulier une classification détaillée des Ammonites. 88 pages, nombreuses figures au trait.

74. Étude sur les Rudistes. Révision des principales espèces d'Hippurites. Première partie. Les Hippurites à pores réticulés. *Mém. Soc. géol. France* (Paléontologie), n° 6, 31 p., 19 fig., pl. I à III.

75. Sur *Hippurites gosaviensis* et l'existence d'un ligament dans cette espèce. *C. R. somm.*, 3 novembre, p. XI.

76. Sur un faux Rudiste tertiaire. *Id.*, 17 novembre, p. XVII.

77. Rectifications à un mémoire de M. Peron sur la faune du Crétacé de Tunisie. *Id.*, p. XVIII.

1891.

77 *bis*. Présentation d'un « Guide dans le Tertiaire parisien », de M. A. Laville. *C. R. somm.*, 2 février, p. XXXVIII.

78. Sur le *Tissotia* (nov. gen.) *Tissoti*. *B. S. G. F.* (3), XIX, p. 499-503, 2 fig.

78 *bis*. Observations sur le niveau stratigraphique des *Tissotia*. *C. R. somm.*, 4 mai, p. LXXXI.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

79. Sur les caractères internes des *Sauvagesia*. *B. S. G. F.* (3), XIX, p. 669-672, 2 fig.
80. Études stratigraphiques dans la région du Cap Gris-Nez, en collaboration avec M. Rigaux. *C. R. somm.*, 22 juin, p. CX et CXI, et *B. S. G. F.* (3), XIX, p. 819-825, 4 fig.
81. Sur l'âge des couches traversées par le canal de Panama. *CR. Ac. Sc.*, 112, p. 497-499.
82. Géologie de l'Isthme de Panama. *C. R. somm.*, 6 avril. p. LXVI.
82 *bis*. Présentation des deux premières parties des « Études sur les Brachiopodes du Jura suisse » du Dr Haas. *Id.*, p. LXV.
82 *ter*. Présentation d'une Monographie géologique de la commune de Saint-Florent (Deux-Sèvres), de M. Fournier. *Id.*, p. LXVII.
83. Revue des travaux de 1889 sur les Lamellibranches. *Annuaire géologique universel*, t. VI, p. 897-920.

1892.

84. Sur un *Tissotia* du Turonien moyen de Taillebourg dans les Charentes. *C. R. somm.*, 15 février, t. XX, p. XXIV.
85. Considérations sur la classification des Bélemnites. *Id.*, p. XXV-XXVI.
86. Sur la répartition des Rudistes des Corbières en 9 niveaux distincts. *Id.*, 2 mai, p. LXXIX-LXXXI.
87. Sur les Hippurites de Benaïx-Leychert, Ariège. *Id.*, p. LXXXV-LXXXVI.
88. Études sur les Rudistes. Révision des principales espèces d'Hippurites. Deuxième partie : les Hippurites à pores subréticulés et à pores polygonaux. *Mém. Soc. Géol. France* (Paléont.), n° 6, p. 33-56, fig. 20-38, pl. IV-VII.

1893.

89. Présentation de la 3e partie de la Révision des principales espèces d'Hippurites. Formes à pores linéaires et répartition des espèces des Corbières en 5 niveaux distincts. *C. R. somm.*, 20 février, p. XXV-XXVII.
90. Observations sur les rides des sables de Fontainebleau. *Id.*, 5 juin, p. LXII.
91. Présentation de divers types d'Hippurites (*Pironaea polystylus*, *Hippurites galloprovincialis*, *dentatus*, *latus*) et répartition des espèces en Catalogne. *Id.*, p. LXIII.
91 *bis*. Sur les Hippurites de Catalogne. *Id.*, 6 novembre, p. CVI-CVIII.
92. Présentation d'une étude, par le Dr Jousseaume, des fossiles recueillis par MM. Fuchs et Quellenec dans les travaux du canal de Corinthe. *Id.*, 4 décembre, p. CXXXIV.
93. Revue des travaux de 1890 et 1891 sur les Lamellibranches. *Annuaire géologique universel*, t. VIII, p. 753-788.
94. Étude sur les Rudistes. Révision des principales espèces d'Hippurites. Troisième partie : les Hippurites à pores linéaires ou vermiculés. *Mém. Soc. Géol. France* (Paléont.), n° 6, p. 57-94, fig. 39-63, pl. VIII-XV.
95. Revue des travaux de 1892 sur les Lamellibranches. *Annuaire géologique universel*, t. IX, p. 803-836.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

1894.

96. Études sur les Rudistes. Révision des principales espèces d'Hippurites. Quatrième partie : les Hippurites à replis multiples. Supplément aux trois parties précédentes. Table des espèces décrites ou citées et Corrigenda. *Mém. Soc. géol. France* (Paléont.), n° 6, p. 94-138, fig. 64-66, pl. XVI-XX.

1895.

97. Observations sur la coupe des Martigues, par M. Vasseur et indication d'une lacune dans le Sénonien. *C. R somm.*, 21 janvier, p. VII-VIII.
98. Nécessité d'uniformiser les notations proposées pour la charnière des Lamellibranches, par MM. Munier-Chalmas et Félix Bernard. *Id.*, 18 février, p. XXXVIII.
99. Description de l'ouverture d'une *Pseudonerinea* des sables de Glos. *Id.*, 18 novembre, p. CLXXII, 1 fig.
100. Notice nécrologique sur Paul Fischer, avec une liste de travaux. *B. S. G. F.* (3), XXIII, p. 203-230.
101. Étude sur les Rudistes. Distribution régionale des Hippurites. Les Hippurites de Catalogne avec un tableau des espèces reconnues en Catalogne et un supplément en 1896. *Mém. Soc. géol. France* (Paléont.), n° 6, p. 140-186, fig. 67-70, pl. XXI-XXVIII.

1896.

102. Notice nécrologique sur Émile Bayle, avec une liste des Collections principales réunies par Bayle à l'École des Mines et une liste de ses travaux. *Annales des Mines*, 9e série, t. IX, p. 269-283.
103. Observations sur la charnière des Lamellibranches hétérodontes (Unios, Trigonies et Rudistes). *B. S. G. F.* (3), XXIV, p. 26-28.
104. Parallélisme des couches à *Hippurites Vidali* du Montsech en Catalogne avec celles de Benaïx-Leychert dans l'Ariège. *Id.*, p. 28.
105. Sur les Hippurites du Col de l'Argentière, *Id.*, p. 44-45.
106. Présentation d'un mémoire sur les Hippurites de la province orientale (Alpes orientales, Italie, Balkans, Asie, Nord de l'Afrique) et leur répartition en 5 niveaux. *Id.*, p. 453-464.
107. Sur la découverte par M. Prévost de Cératites triasiques sur la ligne de chemin de fer de Phu Lang Thuon à Langson (Tonkin). *Id.*, p. 454. — Voir aussi : présentation d'une note de Charles Diener. Sur deux espèces d'Ammonites du Tonkin. *Id.*, p. 877 et p. 882-886, 2 fig.
108. Sur une Ammonite triasique (*Joannites*) recueillie en Grèce, à l'Acropole de Mycènes, par M. de Loisy et présentation d'échantillons jurassiques (Nérinées et *Heterodiceras*) recueillis autrefois par Boblaye à Nauplie dans un conglomérat serpentineux. *Id.*, p. 799-800.
109. Les couches à Hippurites dans la partie moyenne de la vallée du Rhône. *CR. Ac. Sc.*, 122, p. 339-342.
110. Sur la constitution géologique des environs d'Héraclée (Asie Mineure). *Id.*, p. 678-680.
111. La Craie à Hippurites de la province orientale. *Id.*, p. 1431-1434.

1897.

112. Sur des fossiles tertiaires (Miocène à *Helix desoudiana* et Éocène à Nummulites) recueillis par M. Flick dans les environs d'Inkermann,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Algérie. *B. S. G. F.* (3), XXV, p. 30-31. — Voir aussi : Réponse à une observation de M. Repelin. *Id.*, p. 131.

113. Observations sur une note de M. Grossouvre relative à la limite du Crétacé et du Tertiaire. *Id.*, p. 80-81.

114. Essai de classification des Pectinidés. *Id.*, p. 202-203.

115. Étude sur les Rudistes. Distribution régionale des Hippurites. Les Hippurites de la province orientale et les Hippurites de la province américaine, avec une table générale des 6 Parties du *Mém. Soc. géol. France* (Paléont.), n° 6, p. 187-236, fig. 71, pl. XXIX à XXXIV.

116. Compte rendu des travaux relatifs aux Rudistes. *Revue de Paléozoologie*, t. I, p. 158-167.

1898.

117. Sur les Rudistes du Gault supérieur du Portugal. *B. S. G. F.* (3), XXVI, p. 140-149, 8 fig.

118. Sur les faunes de Rudistes du Crétacé inférieur. *Id.*, p. 149-150.

119. Sur un nouveau genre de Rudistes (*Rousselia Guilhoti*). *Id.*, p. 151-154, fig. 9-11.

120. Des canaux du test dans les Rudistes. *Id.*, p. 154-158.

121. Sur quelques fossiles du Pérou, recueillis par M. Pinillos. *Id.*, p. 386-387.

122. Sur les couches à Rudistes du Texas. *Id.*, p. 387-388.

123. Sur l'âge des couches traversées par le Canal de Panama. Sur les Orbitoïdes en général et les Orbitoïdes des Antilles. *Id.*, p. 587-600.

124. Sur la classification phylogénique des Lamellibranches. *CR. Ac. Sc.*, 126, p. 916-919.

125. Compte rendu des travaux relatifs aux Rudistes. *Revue de Paléozoologie*, t. II, p. 119-125.

1899.

126. Notice nécrologique sur Maurice Chaper, avec une liste des travaux. *B. S. G. F.* (3), XXVII, p. 174-190.

127. Sur une coupe de Madagascar dressée par M. Villiaume. *Id.*, p. 385-394, 1 fig.

128. Sur les couches à Orbitoïdes (*Lepidocyclina*) du Bassin de l'Adour. *Id.*, p. 497-498.

128 *bis*. Annonce de la découverte par M. Paquier de vraies Caprines dans l'Aptien inférieur à faciès urgonien du Rimet (Isère). *Id.*, p. 498.

129. Sur la découverte de nouvelles couches (Callovien à *Zeilleria umbonella*), à Villers-sur-Mer. *Id.*, p. 523.

130. Compte rendu des travaux relatifs aux Rudistes. *Revue de Paléozoologie*, t. III, p. 30-34.

131. Une découverte géologique à Villers-sur-Mer. *Feuille des jeunes naturalistes*, 3e série, 30e année, p. 37-38.

1900.

132. Observations géologiques dans les environs d'Interlaken. *B. S. G. F.* (3), XXVIII, p. 57-63.

133. Brachiopodes du Bathonien supérieur de Saint-Gaultier, Indre (*in* Cossmann). *Id.*, p. 202-203.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

134. Sur quelques Rudistes américains (Mexique et Texas). *Id.*, p. 205-221, fig. 1 à 17.
135. Sur la distribution géographique des Rudistes, des Orbitolines et des Orbitoïdes. La Mésogée. *Id.*, p. 222-235.
136. Sur deux échantillons de Lingules à pédoncule conservé, trouvés par M. Stuart-Menteath dans les dolomies triasiques au Sud d'Ascain, Basses-Pyrénées. *Id.*, p. 836.
137. Sur les couches des Orbitoïdes des environs de Dax. *Id.*, p. 1000-1001.
138. Compte rendu des travaux relatifs aux Rudistes. *Revue de Paléozoologie*, t. IV, p. 169-173.
139. Sur un Foraminifère à forme d'Orbitoline, recueilli en Égypte par M. Fourtau. *B. S. G. F.* (3), XXVIII, p. 1001-1002.
140. Sur l'extension de la Mésogée dans l'Est africain allemand et à Madagascar. *Id.*, p. 1002.
141. Examen des fossiles rapportés de Chine par la mission Leclère. *CR. Ac. Sc.*, 130, p. 592-595.
142. Fossiles recueillis par M. Villiaume dans les roches charbonneuses des environs de Nossi-Bé. *Id.*, p. 1568-1570.
143. La collection de Paléozoologie de l'École des Mines. *Livret-guide du VIII^e Congrès géologique international de 1900 à Paris.* Notices sur les Musées et Collections, p. 30-34.

1901.

144. Rectification au sujet du Foraminifère recueilli en Égypte par M. Fourtau. *B. S. G. F.* (4), I, p. 156.
145. Présentation de Rudistes provenant du Petit Caucase et des bords de l'Euphrate. *Id.*, p. 441-442.
146. Observation à la suite de la première note de M. Ch. Schlumberger sur les Orbitoïdes. Importance et localisation stratigraphique des *Orbitoïdes* s. str., des *Orthophragmina*, des *Lepidocyclina*, et des *Miogypsina*. *Id.*, p. 467-468.
146 *bis*. Présentation de notes de M. Laville sur le Quaternaire du Bassin de Paris. *Id.*, p. 449.
147. Sur les calcaires siliceux à Radiolaires du Lens d'Aulph, dans la Brèche du Chablais. *Id.*, p. 469-470.
147 *bis*. Observations sur la présence de gaize dans le Cénomanien au Nord de Bourges. *Id.*, p. 472.
147 *ter*. Importance de l'étude par M. Paquier des Rudistes envoyés par M. Anastasiu de Cernavoda, Dobrogea. *Id.*, p. 473-474.
148. Éocène de Royan, en collaboration avec Robert Douvillé. *Id.*, p. 627-636.
149. Réunion de la Société géologique de France en Chablais : Observations sur la molasse rouge de Saint-Gingolph. *Id.*, p. 690-693. — Observations sur l'analogie de la coupe de Kienthal et de celle de Taninge. *Id.*, p. 718.
150. Compte rendu des travaux sur les Rudistes. *Revue Critique de Paléozoologie*, t. V, p. 97-106.
151. Sur le terrain jurassique de Madagascar. *C. R. du VIII^e Congrès géol. international*, p. 429-438.
152. Les explorations géologiques de M. de Morgan en Perse. *Id.*, p. 439-446.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

1902.

153. Sur la découverte du Trias en Grèce par MM. Cayeux et Ardaillon. *B. S. G. F.* (4), II, p. 5.
154. Présentation d'échantillons de fossiles paléozoïques et jurassiques rapportés du Sud-oranais par le général Jourdy. *Id.*, p. 6.
155. Sur le terrain nummulitique de l'Aquitaine. *Id.*, p. 15-36.
155 *bis*. Annonce et résumé des cinq notes suivantes. *C. R. somm.*, 21 avril, p. 65-69.
156. Étude sur les Nummulites. *B. S. G. F.* (4), II, p. 207-213, pl. V.
157. Sur les analogies des faunes fossiles de la Perse avec celles de l'Europe et de l'Afrique. *Id.*, p. 276-277.
158. Essai de révision des Orbitolites. *Id.*, p. 289-306, 7 fig., pl. IX et X.
159. Distribution des Orbitolites et des Orbitoïdes dans la Craie du Sud-Ouest. *Id.*, p. 307-313.
160. Sur le genre *Chondrodonta* STANTON. *Id.*, p. 314-318, 1 fig., pl. XI.
161. Découverte du Dévonien supérieur dans le Sud-oranais par M. Gautier. *Id.*, p. 397.
161 *bis*. Présentation d'un supplément de M. Gauthier à l'Étude des Échinides de la Perse, recueillis par M. de Morgan. *Id.*
162. Analogie de faunes vraconniennes et cénomaniennes en Perse avec celles signalées dans le Mozambique par M. P. Choffat. *Id.*, p. 403.
163. Sur les fossiles rapportés du Turkestan par M. Levat. *Id.*, p. 456-458.
164. Classification des Radiolites. *Id.*, p. 461-482, fig. 1-8, pl. XV.
165. Sur un nouveau genre de *Radiolites* (*Mouretia*). *Id.*, p. 478-482, pl. XV.

1903.

166. Sur la découverte par M. H. Thomas du genre *Ferrussacina* (*Strophostoma*) dans un calcaire lacustre de la vallée du Loing. *B. S. G. F.* (4), III, p. 6.
167. Sur les fossiles silicifiés de Freyssinet-le-Gélat, Lot. *Id.*, p. 93-96.
168. Sur le terrain nummulitique à Biarritz et dans les Alpes. *Id.*, p. 149-154.
169. Les Rälligstöke et le Gerihorn. *Id.*, p. 193-221, pl. IV-VI.
170. Assimilation des nappes d'Interlaken, de Glaris et du Dauphiné. Observation à la séance du 20 avril, intégrée dans la note précédente, p. 218-220.
171. Observation à la suite de la 3e note de M. Schlumberger sur les Orbitoïdes (*Orthophragmina*). *Id.*, p. 290.
172. Sur une cause de variation de faunes fossiles. *CR. Ac. Sc.*, 136, p. 1212-1214.
173. Compte rendu des travaux relatifs aux Rudistes. *Revue de Paléozoologie*, t. VII, p. 152-162.
173 *bis*. *Terebratula punctata* Sow. var. *lata* dans l'Infralias de la Vendée (*in* Cossmann). *B. S. G. F.* (4), III, p. 537-538.
173 *ter*. Observation à une note de M. Janet sur l'âge sparnacien de la roche du Breuillet. *Id.*, p. 628.
174. Sur la trouée de la Manche ouverte très probablement dès le Jurassique et sur la pénétration par cette voie d'éléments mésogéens dans le Bassin de Paris. *Id.*, p. 652-655.
174 *bis*. Notice sur ses travaux scientifiques. 110 pages, 165 fig.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

1904.

174 *ter*. Remarque sur une note de M. Dollfus sur les calcaires et sables tertiaires du Bassin de la Loire. *B. S. G. F.* (4), IV, p. 118.

175. Observations à la 4e note de M. Ch. Schlumberger sur les Orbitoïdes (*Orthophragmina*) et sur la répartition des *Orthophragmina*. *Id.*, p. 136.

175 *bis*. Failles et plis. *CR. Ac. Sc.*, 138, p. 645-646.

175 *ter*. Description des falaises de Villers avec liste de fossiles et bibliographie sommaire. *Brochure du Syndicat de la propriété immobilière de Villers-sur-Mer*, 4 p.

176. Sur les Biradiolitidés primitifs. *B. S. G. F.* (4), IV, p. 174-175.

176 *bis*. Observations à une note de MM. Flick et Pervinquière sur les plages soulevées en Tunisie. *Id.*, p. 206.

177. Sur quelques fossiles de Madagascar. *Id.*, p. 207-217, pl. VIII.

177 *bis*. Observations à une note de M. Stanislas Meunier sur les concrétions quartzeuses de la Craie. *Id.*, p. 222.

178. Les Nummulites du Sud-Ouest. *Id.*, p. 283-284.

179. Sur les terrains tertiaires de l'Aquitaine et les oscillations du sol qu'ils mettent en évidence. *Id.*, p. 340-341.

179 *bis*. Observations à une note de M. de Grossouvre sur la distribution des Orbitoïdes. *Id.*, p. 514-515.

179 *ter*. Observations à la Note de Ch. Jacob sur l'âge des couches de Clansayes et sur la limite supérieure de l'Albien. *Id.*, p. 518.

180. Sur quelques Rudistes à canaux. *Id.*, p. 519-538, 4 fig., pl. XIII-XIV.

181. Les explorations de M. de Morgan en Perse. *Id.*, p. 539-553, 6 fig.

182. Sur la structure des Orbitolines. *Id.*, p. 653-661, pl. XVII.

183. Compte rendu des travaux relatifs aux Rudistes. *Revue de Paléozoologie*, t. VIII, p. 180-188.

184. Le terrain nummulitique du Sud-Ouest. *B. S. G. F.* (4), IV, p. 727-729.

185. Sur l'ophite de Biarritz. *Id.*, p. 731.

185 *bis*. Sur une observation de M. J. Boussac à Biarritz. *Id.*, p. 784.

186. Sur la disparition simultanée des *Orthophragmina* en France, en Suisse et dans le Nord de l'Italie. *Id.*, p. 784-795.

187. Mission scientifique en Perse de M. J. de Morgan. Paléontologie, 2e partie, p. 191-380, pl. XXV-L, comprenant les Mollusques fossiles, un Trilobite (*Pseudophillipsia*), un Spongiaire (*Amblysiphonella*) et des Foraminifères (*Fusulinella*, *Loftusia*).

1905.

188. Le terrain nummulitique du Bassin de l'Adour. *Assilina præspira*. *B. S. G. F.* (4), V, p. 9-55, 4 fig.

188 *bis*. Présentation de la part de M. Mansuy du résultat de l'examen des fossiles rapportés du Yunnan par la mission Lantenois. *Id.*, p. 137.

189. Observations sur les échantillons types du *Kerunia* d'Égypte communiqués par M. Mayer-Eymar. *Id.*, p. 139.

190. Les « coal-balls » du Yorkshire. *Id.*, p. 154-156, pl. VI

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

191. Les découvertes paléontologiques de M. de Morgan en Perse. *CR. Ac. Sc.*, 140, p. 891-893, 27 mars.
192. Sur l'importance de la coupe de Zerdalall (Mission de Morgan). *B. S. G. F.* (4), V, p. 189.
193. Présentation d'objets en marbre à Foraminifères, trouvés dans les fouilles de Suse. *Id.*, p. 197-198.
194. Sur deux Foraminifères éocènes, *Dictyoconus egyptiensis* CHAPM. et *Lituonella Roberti* nov. gen. et sp., en collaboration avec Ch. Schlumberger. *Id.*, p. 291-304, 7 fig., pl. IX.
195. Les Foraminifères dans le Tertiaire de Bornéo. Appendice : les Hétérostégines et le genre *Spiroclypeus*. *Id.*, p. 434-464, 2 fig., pl. XIV.
196. Comparaison des divers bassins nummulitiques. *Id.*, p. 657-659.
197. Observation sur une note de M. Leriche : Les étages doivent être établis sur les faunes marines. *Id.*, p. 685.
198. Sur quelques fossiles de la région à charbon des Balkans. Annexe à un mémoire de M. de Launay. *Annales des Mines*, 10e série, t. 7, p. 321-325.
199. Réunion de la Société géologique de France à Turin. Observation sur l'âge des couches nummulitiques de Turin. *B. S. G. F.* (4), V, p. 828.

1906.

200. Compte rendu des travaux sur les Rudistes. *Revue de Paléozoologie*, t. X, p. 52-60.
201. Évolution des Nummulites dans les différents bassins de l'Europe occidentale. *B. S. G. F.* (4), VI, p. 13-42.
202. La limite du Crétacé et de l'Éocène dans l'Aquitaine. *Id.*, p. 43-49, 1 fig.
203. Les mouvements pyrénéens. *Id.*, p. 50-55.
204. Présentation des plus grandes Nummulites connues. *Id.*, p. 81.
205. Différences de structure dans les roches plissées et non plissées. *Id.*, p. 82.
206. Sur le genre *Kerunia* (Hydractinie associée à un Pagure). *Id.*, p. 129-141, 2 fig., pl. V-VI.
207. Observations sur les éléments à distinguer dans l'ornementation des Ammonites, à propos de la présentation par M. W. Kilian d'Ammonites recueillies par l'Expédition antarctique suédoise. *C. R. somm.*, 2 avril, p. 36, et *B. S. G. F.* (4), VI, p. 190-191.
207 *bis*. Observations sur une excursion aux environs de Rouen. *C. R. somm.*, 23 avril, p. 40, et *B. S. G. F.*, *Id.*, p. 205.
207 *ter*. Sur les Vulsellidés. *C. R. somm.*, 21 mai, p. 53-54 et *B. S. G. F. Id.*, p. 256-258.
208. Victor Raulin. Notice nécrologique, avec une liste des travaux géologiques. *B. S. G. F.*, *Id.*, p. 325-339.
209. Charles Schlumberger. Notice nécrologique. *C. R. somm.*, 7 juin, p. 59, et *B. S. G. F.*, *Id.*, p. 340-350, avec 1 portrait et une liste de travaux.
210. Sur la structure du test dans les Fusulines. *CR. Ac. Sc.*, 143, p. 258-261.
211. Réunion extraordinaire dans les Pyrénées occidentales. Les terrains crétacés des environs de Gavarnie. *C. R. somm.*, 10 septembre, p. 97-99, et *B. S. G. F.* (4), VI, p. 820-821.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

212. Même réunion extraordinaire. Les Rudistes du Crétacé des Eaux-Chaudes et de Gavarnie. *C. R. somm.*, 13 septembre, p. 109 et *B. S. G. F., Id.*, p. 849. — Voir aussi : Remerciements à M. Bresson. *C. R. somm.*, 13 septembre, p. 110 et *B. S. G. F. Id.*, p. 852.

212 *bis*. Présentation des deux notes suivantes. *C. R. somm.*, 5 novembre, p. 113-116, et *B. S. G. F., Id.*, p. 476.

213. Les calcaires à Fusulines de l'Indo-Chine. *Id.*, p. 576-587, 10 fig., pl. XVII-XVIII.

214. Évolution et enchaînement des Foraminifères. *Id.*, p. 588-602, fig. 1-13.

215. Réponse à quelques objections au sujet de la position des couches de Gaas. *C. R. somm.*, 19 novembre, p. 131-132, et *B. S. G. F., Id.*, p. 499-500.

216. Stratigraphie des couches de Gaas. *C. R. somm.*, 19 novembre, p. 132-133, et *B. S. G. F., Id.*, p. 500.

217. Notice sur ses travaux scientifiques. Supplément, p. I à XII.

1907.

218. Étude sur les Lamellibranches. Vulsellidés. *Annales de Paléontologie*, t. II, p. 1-24, 11 fig., pl. I-II.

219. Les Lamellibranches cavicoles ou Desmodontes. *C. R. somm.*, 18 mars, p. 46-48, et *B. S. G. F.* (4), VII, p. 96-114, 18 fig., pl. II.

220. Perforations dues à des Annélides. *C. R. somm.*, 22 avril, p. 57-59. — Perforations d'Annélides. *B. S. G. F., Id.*, p. 361-370, 10 fig., pl. XII.

221. Nécessité de la révision des travaux sur les Orbitoïdés. *C. R. somm.*, 4 novembre, p. 108, et *B. S. G. F., Id.*, p. 373-374.

222. Présentation du panorama du Gorner Grat aux environs de Zermatt. *C. R. somm.*, 4 novembre, p. 108, et *B. S. G. F., Id.*, p. 375.

223. Les couches à Lépidocyclines dans l'Aquitaine et la Vénétie. *C. R. somm.*, 16 décembre, p. 144, et *B. S. G. F., Id.*, p. 466-476.

1908.

224. Allocution présidentielle. *C. R. somm.*, 20 janvier, p. 4 et *B. S. G. F.* (4), VIII, p. 3-5.

225. Sur le genre *Kerunia*. *C. R. somm.*, 20 janvier, p. 7-8. — A propos de *Kerunia*. *B. S. G. F., Id.*, p. 14-17, pl. I.

226. Aquitanien des environs de Tolède. *C. R. somm.*, 20 janvier, p. 8. — Oligocène des environs de Tolède. *B. S. G. F., Id.*, p. 17-18.

227. Observations sur une note du Général Jourdy relatives aux explorations géologiques des officiers dans le Sud-oranais. *C. R. somm.*, 20 janvier, p. 14, et *B. S. G. F., Id.*, p. 22-23.

228. Observation à une note du Général Jourdy sur la découverte de la houille dans le Sud-oranais par le Capitaine Maury. *C. R. somm.*, 16 mars, p. 56, et *B. S. G. F., Id.*, p. 84.

229. Observation à une note de Jean Boussac sur la transgression du Ludien dans le Bassin de Paris. *C. R. somm.*, 16 mars, p. 63, et *B. S. G. F., Id.*, p. 87.

230. Le Jurassique dans l'Extrême-Sud tunisien, à la suite d'une note posthume du Lieutenant Henri Jourdy, revue par H. Douvillé. *C. R. somm.*, 6 avril, p. 71-72 et *B. S. G. F., Id.*, p. 152-154.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

231. Sur le terrain houiller du Sud oranais en collaboration avec M. Zeiller. *CR. Ac. Sc.*, t. 146, p. 732-737.
232. Sur quelques gisements à Nummulites de l'Est de l'Europe (Crimée, Bulgarie et Hongrie). *C. R. somm.*, 18 mai, p. 93-95. Rectifications à la nomenclature de quelques Nummulites. *Id.*, p. 95. — Voir aussi *B. S. G. F.* (4), VIII, p. 266-268.
233. Sur le développement des Hippurites, avec des observations de M. A. Toucas. *C. R. somm.*, 18 mai, p. 95-97, et *B. S. G. F.*, *Id.*, p. 268-269.
234. Sur la classification des Radiolitidés. *C. R. somm.*, 15 juin, p. 114-116, et *B. S. G. F.*, *Id.*, p. 308-310.
235. Notice sur Alph. Péron. *CR. Ac. Sc.*, t. 147, p. 93-95.
236. Sur le Tertiaire des environs de Tolède. *C. R. somm.*, 3 novembre, p. 153-154, et *B. S. G. F.* (4), VIII, p. 455-456.
237. Observations sur le Lias des environs de Luçon. *C. R. somm.*, 2 novembre, p. 154, et *B. S. G. F.*, *Id.*, p. 456-457.
238. Observation sur une note de M. Mengaud indiquant la coexistence des Lépidocyclines avec *Nummulites intermedius* dans les environs de San Vicente de la Barquera. *C. R. somm.*, 21 décembre, p. 187, et *B. S. G. F.*, *Id.*, p. 544.
239. Les buttes de Saint-Michel-en-l'Herm. *C. R. somm.*, 21 décembre, p. 187-188, et *B. S. G. F.*, *Id.*, p. 545.
240. Réunion extraordinaire à Nantes, Chalonnes et Châteaubriant. Sur l'âge des couches du Tertiaire inférieur de la Basse-Loire. *C. R. somm.*, 1er septembre, p. 126-127, et *B. S. G. F.*, *Id.*, p. 602-603.
241. Sur les Lépidocyclines d'un calcaire de l'île Grand-Kei, *in* Rapport de R. D. M. Verbeek sur les Moluques. *Jaarb. van het Mijn. in Nederl. Oost-Indië*, t. XXVII, p. 1-4.

241 *bis*. Rapport sur l'attribution du prix Fontannes à M. Pervinquière. *CR. Ac. Sc.*, 147, p. 1145.

241 *ter*. Discours aux funérailles d'Albert Gaudry, au nom de la Société géologique de France. *Institut de France*, n° 22, p. 5-9.

1909.

242. Allocution présidentielle. *C. R. somm.*, 18 janvier, p. 5-6, et *B. S. G. F.* (4), IX, p. 2-3.
243. Sur les couches lacustres de la province de Constantine, en collaboration avec le Colonel Julien. *C. R. somm.*, 18 janvier, p. 9-10, et *B. S. G. F.*, *Id.*, p. 11-12.

243 *bis*. Observation sur une note de M. Arnold Heim relative au Nummulitique des Alpes suisses. *C. R. somm.*, 18 janvier, p. 11, et *B. S. G. F.*, *Id.*, p. 33.

244. Sur le genre *Eoradiolites* nov. gen. *C. R. somm.*, 1er mars, p. 35, et *B. S. G. F.*, *Id.*, p. 76.
245. Les Rudistes d'Égypte. *C. R. somm.*, 1er mars, p. 35, et *B. S. G. F.*, *Id.*, p. 77-78.
246. Le Crétacé du Liban, entre Beyrouth et Tripoli, en collaboration avec M. Zumoffen. *C. R. somm.*, 1er mars, p. 36, et *B. S. G. F.*, *Id.*, p. 78
247. Un nouveau gisement de la steppe des Kirghises et observations sur les genres *Syringothyris*, *Spiriferella* et *Derbya*. *C. R. somm.*, 5 avril, p. 43-44.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

247 *bis*. Sur quelques Brachiopodes à test perforé : *Syringothyris* du Sud-oranais, *Spiriferella* de la steppe des Kirghises et *Derbya* du Salt Range. *B. S. G. F.* (4). IX, p. 144-157, 1 fig., pl. IV-V.

248. Allocution présidentielle. *C. R. somm.*, 22 août, p. 49, et *B. S. G. F.*, *Id.*, p. 201-208.

249. Sur les sondages effectués en Hollande. *C. R. somm.*, 8 novembre, p. 129-230, et *B. S. G. F.*, *Id.*, p. 337-338.

250. Sur le Tertiaire des Philippines. *C. R. somm.*, 8 novembre, p. 130-131, et *B. S. G. F.*, *Id.*, p. 338-339.

251. Présentation d'un rapport sur les Moluques du Dr Verbeek, avec résumé des assises distinguées. *C. R. somm.*, 22 novembre, p. 147, et *B. S. G. F.*, *Id.*, p. 387.

252. Observations sur une note de M. Garde relative à l'âge des terrains fossilifères du Soudan. *C. R. somm.*, 22 novembre, p. 151-152, et *B. S. G. F.*, *Id.*, p. 390.

253. Sur les sondages de la ville de Brême, d'après une note de M. Wolf. *C. R. somm.*, 20 décembre, p. 163, et *B. S. G. F.*, *Id.*, p. 453.

254. Sur la craie inférieure du Liban. *C. R. somm.*, 20 décembre, p. 163-165., et *B. S. G. F.*, *Id.*, p. 433.

254 *bis*. Rapport sur l'attribution du prix Joseph Labbé à M. G. Georges Rolland. *CR. Ac. Sc.*, 149, p. 1233-1234.

1910.

255. Sur la découverte du Trias marin à Madagascar. *CR. Ac. Sc.*, 150, p. 260-261.

256. Découverte du Trias marin de Madagascar. *C. R. somm.*, 7 février, p. 16-18.

257. Observations sur l'âge des couches tertiaires de Santander, étudiées par M. L. Mengaud. *C. R. somm.*, 7 février, p. 20, et *B. S. G. F.* (4), X, p. 33.

258. La Craie et le Tertiaire des environs de Royan. *B. S. G. F.* (4), X, p. 51-61, 4 fig., représentant *Pseudorbitolina Marthæ* nov. gen., nov. sp.

259. Sur la découverte du Trias marin de Madagascar. *Id.*, p. 125-133, 10 fig. et une carte. — Voir aussi : *Id.*, p. 664.

260. Fossiles nouveaux des environs de Casablanca. *C. R. somm.*, 21 février, p. 27-28.

261. Fossiles de la Chaouia (Maroc occidental), recueillis par M. Paul Jordan. *B. S. G. F.* (4), X, p. 265-266.

262. Observations sur les Ostréidés. *C. R. somm.*, 20 juin, p. 118-119.

262 *bis*. Observation sur les Ostréidés, Origine et Classification. *B. S. G. F.* (4). X, p. 634-645, pl. X-XI.

263. Coupes géologiques dans le Sud tunisien, en collaboration avec M. Roux. *C. R. somm.*, 20 juin, p. 116-117.

263 *bis*. La géologie des environs de Redeyeff (Tunisie), en collaboration avec M. Roux. *B. S. G. F.* (4), X, p. 646-659, 4 coupes.

264. Compte rendu des travaux sur les Rudistes. *Revue de Paléozoologie*, t. XIV, p. 212-217.

265. Sur la formation du limon des plateaux. *CR. Ac. Sc.*, 151, p. 630-634. — Présentation aux *C. R. somm.*, 7 novembre, p. 150-151. Voir aussi : *B. S. G. F.* (4), X, p. 711-712.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

266. Comment les espèces ont varié. *CR. Ac. Sc.*, 151, p. 702-706.
267. Quelques cas d'adaptation. Origine de l'homme. *Id.*, p. 742-746.
267 *bis*. *Diceras* (*Heterodiceras*) *lucii* Defrance. *Paleontologia universalis*. Fiche n° 173.
268. Observations à une note de M. A. Toucas sur la classification des Hippurites. *C. R. somm.*, 7 novembre, p. 153-154, et *B. S. G. F.* (4), X, p. 727-728.
269. Présentation des deux notes n^os^ 266 et 267 au *C. R. somm.*, 21 novembre, p. 170, et *B. S. G. F.* (4), XI, p. 748-749.
269 *bis*. Études sur les Rudistes. Rudistes de Sicile, d'Algérie, d'Égypte, du Liban et de la Perse. *Mém. Soc. géol. France* (Paléont.), n° 41, t. XVIII, fasc. 1, p. 1-84, 77 fig., pl. I-VII.

1911.

270. Les Foraminifères dans le Tertiaire des Philippines. *The Philippine Journ. of Sc.*, vol. VI, n° 2, p. 53-80, 9 fig., pl. A-D. — Présentation au *C. R. somm.*, 6 novembre, p. 156-157.
271. Sur *Bayleia subæqualis* d'Orb. sp. *C. R. somm.*, 24 avril, p. 82. — *Pseudotoucasia* et *Bayleia*. *B. S. G. F.* (4), XI, p. 190-194, fig. 1-5.
272. Évolution et classification des Pulchelliidés. *C. R. somm.*, 24 avril, p. 85-86, et *B. S. G. F.*, *Id.*, p. 285-320, 73 fig.
273. Les explorations géologiques de M. Perrier de la Bathie à Madagascar. *CR. Ac. Sc.*, 153, p. 414-417.
274. Observations au sujet d'une note de M. Négris. *C. R. somm.*, 20 novembre, p. 166.
274 *bis*. Observation su sujet d'une note de M. Thevenin sur l'âge des couches à *Dryosaurus* de Gafsa. *Id.*, p. 167.
274 *ter*. Rapport sur l'attribution du prix Raulin à M. Emm. de Margerie. *CR. Ac. Sc.* 153, p. 1325-1327.
274 *quater*. Rapport sur l'attribution du prix Petit d'Ormoy à M. Ch. Depéret. *Id.*, p. 1380-1384.

1912.

275. Les Foraminifères de l'île de Nias (Sud-Ouest de Sumatra). *Samml. des geol. Reichs-Museums in Leiden*, Ser. I, Bd. VIII, p. 253-278, fig. 1-3, pl. XIX-XXI. — Présentation au *C. R. somm.*, 1^er^ avril, p. 49.
276. Quelques Foraminifères de Java. *Samml. des geol. Reichs-Museums in Leiden*, Ser. I, Bd. VIII, p. 279-295, pl. XXI-XXIV. — Présentation au *C. R. somm.*, 1^er^ avril, p 50.
277. Description des Rudistes d'Égypte. *Mém. de l'Institut égyptien*, t. IV, fasc. IV, p. 237-256, 10 fig., pl. XIV-XVII. — Présentation au *C. R. somm.*, 6 mai, p. 74.
278. Un essai de classification phylogénique des Lamellibranches. *CR. Ac. Sc.*, 154, p. 1677-1682, avec 1 tableau phylogénique. — Voir aussi : *C. R. somm.*, 17 juin, p. 101-103.
279. Classification des Lamellibranches. *B. S. G. F.* (4), XI, p. 419-467, 69 fig., 1 tableau phylogénique.
279 *bis*. Compte rendu des travaux sur les Rudistes. *Revue de Paléozoologie*, t. XVI, p. 176-184.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

280. Les Orbitolines et leurs enchaînements. *CR. Ac. Sc.*, 155, p. 567-571. — Présentation au *C. R. somm.*, 8 novembre, p. 155.

1913.

280 *bis*. Présentation de l'ouvrage de W. Kilian : *Lethea geognostica*. Das Mesozoïcum. Paleocretacicum. *C. R. somm.*, 17 mars, p. 41-42.
281. Le terrain éocène de Bos d'Arros, en collaboration avec M. Stuart-Menteath. *CR. Ac. Sc.*, 156, p. 594-597, avec une coupe. — Présentation au *C. R. somm.*, 17 mars, p. 42.
282. Les plus anciennes Nummulites. *Id.*, 17 mars, p. 44-45.
283. L'Éocène inférieur en Aquitaine. *Id.*, 7 avril, p. 55-57.
284. Sur un *Lapeirousia* de Gosau. *Id.*, 19 mai, p. 92-93.
284 *bis*. Compte rendu des travaux sur les Foraminifères. *Revue de Paléozoologie*, t. XVII, p. 243-247.
285. Sur quelques Rudistes du Liban et sur l'évolution des Biradiolitidés. *C. R. somm.*, 1er décembre, p. 195-197, et *B. S. G. F.* (4), XIII, p. 409-421, 9 fig., pl. IX.
286. Le Jurassique dans le désert à l'Est de l'isthme de Suez, en collaboration avec M. Couyat-Barthoux. *CR. Ac. Sc.*, 157, p. 265-268, avec 1 carte.

1914.

287. L'Éocène de Royan (3e note). *C. R. somm.*, 19 janvier, p. 7-9.
288 et 289. Les Rudistes du Turkestan. *Id.*, 18 mai, p. 86-88, et *B. S. G. F.* (4), XIV, p. 390-396, 7 fig.
290 et 291. Les Requiénidés et leur évolution. *C. R. somm.*, 18 mai, p. 88-90, et *B. S. G. F. Id.*, p. 383-389, pl. XI.
292. Les Spongiaires primitifs. *C. R. somm.*, 18 mai, p. 90-91.
293. Même note. *B. S. G. F.* (4), XIV, p. 397-406, 1 fig, pl. XII-XIII.
294. Sur quelques Rudistes d'Égypte. *Bull. Inst. Égyptien*, 5e série, t. VIII, p. 162-167, pl. VIII.
295. Les premières époques géologiques. *CR. Ac. Sc.*, 159, p. 221-222.
296. Le massif du Moghara, à l'Est de l'isthme de Suez. *Id.*, p. 565-570, avec 1 carte.
297. Sur la formation des gneiss. *C. R. somm.*, 9 novembre, p. 162-163.
298. Le massif du Moghara, en collaboration avec J. Couyat-Barthoux. *Id.*, p. 169-172.
299. Le Crétacé de l'Himalaya. *Id.*, p. 172-173.
299 *bis*. Rapport sur l'attribution du prix Fontannes à Jean Boussac. *CR. Ac. Sc.*, 159, p. 877-878.

1915.

300. Les premiers *Lapeirousia*. *C. R. somm.*, 1er mars, p. 25-27.
301. Les couches à Lépidocyclines de Sumatra, d'après les explorations du Dr Tobler. *Id.*, 15 mars, p. 36-38.
302. Les Myoconques et les Congéries. *Id.*, 3 mai, p. 73-74.
303. Sur l'appareil cardinal des *Chama*. *Id.*, p. 74-75.
304. L'évolution du ligament chez les Lamellibranches. *Id.*, 7 juin, p. 80-82.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

305. L'Éocène inférieur de Bos d'Arros. *Id.*, 21 juin, p. 91-93.
306. Les Orbitoïdes de l'île de la Trinité. *CR. Ac. Sc.*, 161, p. 87-93.
307. Les Orbitoïdes de la presqu'île de Californie. *Id.*, p. 409-410.
308. Les Orbitoïdés en Amérique. *C. R. somm.*, 8 novembre, p. 109-111.
309. Sur l'embryon des Orbitoïdes. *Id.*, 22 novembre, p. 118.
310. Les Orbitoïdés : développement et phase embryonnaire ; leur évolution pendant le Crétacé. *CR. Ac. Sc.*, 161, p. 664-670, fig. 1-20.
311. Les Orbitoïdés du Danien et du Tertiaire : *Orthophragmina* et *Lepidocyclina*. *Id.*, p. 721-728, fig. 21-34.
311 *bis*. Présentation des 2 notes précédentes au *C. R. somm.*, 20 décembre, p. 127-128.
311 *ter*. Rapport sur l'attribution du prix Tchihatcheff à M. J. Couyat-Barthoux. *CR. Ac. Sc.*, 161, p. 831-832.
312. Les couches à Orbitoïdes de l'isthme de Panama. *C. R. somm.*, 20 décembre, p. 129-131.
312 *bis*. Southern Tibet by Sven Hedin. Vol. V. Anhang, p. 145-147, pl. IX-XI.

1916.

313. Les Cosmocératidés, histoire d'une famille d'Ammonites, d'après un mémoire posthume de Robert Douvillé. *CR. Ac. Sc.*, 162, p. 112-115, et *C. R. somm.*, 24 janvier, p. 10-11.
313 *bis*. Présentation d'une note de C. F. Parona : Per geologia della Tripolitania. *C. R. somm.*, 3 avril, p. 41-42.
314. Une famille d'Ammonites, les Desmocératidés ; essai d'une classification rationnelle, valeur et subordination des caractères. *CR. Ac. Sc.*, 162, p. 369-373. — Présentation au *C. R. somm.*, 5 avril, p. 42-43.
315. Le Crétacé et l'Éocène du Tibet central. *Palaeontologia indica*, new series, vol. V, mem. 5, 52 p., 21 fig., pl. I-XVI.
316. Le Crétacé et le Tertiaire aux environs de Thônes (Haute-Savoie). *CR. Ac. Sc.*, 163, p. 324-331, 2 fig. — Présentation au *C. R. somm.*, 6 novembre, p. 140-141.
317. Découvertes géologiques au Sénégal et fossiles nouveaux. *C. R. somm.*, 4 décembre, p. 158-160.
318. Les Foraminifères des couches de Rembang (Java). *Samml. des geol. Reichs-Museums in Leiden*, série I, t. X, p. 19-36, 4 fig., pl. III-VI.

1917.

319. Observations à propos des Mémoires du Service de l'Indochine. *C. R. somm.*, 22 janvier, p. 22.
320. Présentation de la note n° 318. *Id.*, 22 janvier, p. 24.
321. Présentation du mémoire n° 315. *Id.*, 5 mars, p. 62.
322. Rapport sur l'attribution du prix Fontannes à M. Mansuy. *Id.*, 23 avril, p. 109-110.
323. René Zeiller. Notice nécrologique. *Id.*, 23 avril, p. 111, et *B. S. G. F.* (4), XVII, p. 301-320, 1 portrait et une liste bibliographique.
324. Les terrains secondaires dans le massif de Moghara à l'Est de l'isthme de Suez, d'après les explorations de M. Couyat-Barthoux. Paléontologie. 1re et 2e Partie. *Mém. Ac. Sc.*, t. LIV, 2e série, 184 p., 50 fig., pl. I-XXI. — Présentation au *C. R. somm.*, 7 mai, p. 118-119.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

325. L'avant-pays à l'Ouest de la chaîne des Pyrénées. *CR. Ac. Sc.*, 164, p. 767-770. — Présentation au *C. R. somm.*, 18 juin, p. 155-156.
326. Les terrains crétacés de l'Asie occidentale. *C. R. somm.*, 7 mai, p. 121-122.
327. Les Orbitoïdes de l'île de la Trinité. *CR. Ac. Sc.*, 164, p. 841-847.
328. Présentation d'une note posthume de Robert Douvillé sur les sols polygonaux ou réticulés. *C. R. somm.*, 4 juin, p. 141.
329. Sur l'âge des couches à Lépidocyclines de l'Aquitaine. *Id.*, p. 144-146.
330. Hommage du mémoire n° 315. *CR. Ac. Sc.*, 165, p. 133-135.
331. Le Tertiaire du golfe aquitanien et ses différences de faciès. *Id.*, p. 529-533.
332. L'Éocène inférieur de l'Aquitaine et sa faune de Nummulites. *Id.*, p. 609-615.
332 *bis*. Compte rendu des travaux sur les Rudistes. *Revue de Paléozoologie*, t. XXI, p. 146-150.
333. A propos de *Nummulites perforatus*. *C. R. somm.*, 5 novembre, p. 174-175.
334. Sur les couches de Bos d'Arros. *Id.*, p. 175-176.
334 *bis*. Rapport sur l'attribution du prix Fontannes à M. Jules-Mathieu Lambert. *CR. Ac. Sc.*, 165, p. 856-857.

1918.

335. Le Barrémien supérieur de Brouzet. Partie III : les Rudistes. *Mém. Soc. géol. France* (Paléont.), n° 52, XXII, fasc., 1, 20 p., 10 fig., pl. I-IV.
336. Les phénomènes de décalcification dans les environs de Vallières, près Royan. *C. R. somm.*, 4 février, p. 41-42.
337. Les Foraminifères sont-ils toujours unicellulaires ? *CR. Ac. Sc.*, 167, p. 146-151, 7 fig. — Présentation au *C. R. somm*, 4 novembre, p. 120.
338. Les couches à Orbitoïdes de l'Amérique du Nord. *CR. Ac. Sc.*, 167, p. 261-267. — Présentation *C. R. somm.*, novembre, p. 131.
339. Les environs d'Argelès et le Pic de Gez. *CR. Ac. Sc.*, 167, p. 580-585, 2 fig.
340. La brèche de Salles et de Sère-Argelès. *Id.*, p. 662-666.
341. Présentation du 3e volume de l'ouvrage de M. Abendanon : Expédition de la Célèbes centrale. *Id.*, p. 984-985.
341 *bis*. Présentation des notes n°s 339 et 340 au *C. R. somm.*, 18 novembre, p. 151-152.

1919.

341 *ter*. Présentation de l'ouvrage de Parona : « Saggio bibliographico sulle Rudiste con indici dei nomi di autore, di genere e di specie ». *C. R. somm.*, 3 février, p. 17.
342. Découverte du Dévonien au Tafilalet par le Commandant Poirmeur. *Id.*, p. 21-22.
343. Les Nummulites, évolution et classification. *CR. Ac. Sc.*, 168, p. 651-696. — Présentation au *C. R. somm.*, 7 avril, p. 55-56.
344. Sur la distribution des Nummulites en Aquitaine. *C. R. somm.*, 7 avril p. 57-58.
345. A propos d'un Mémoire de J. de Lapparent sur les brèches des environs d'Hendaye. *CR. Ac. Sc.*, 168, p. 1031-1033. — Présentation du

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Mémoire de J. de Lapparent et de la note précédente au *C. R. somm.*, 16 juin, p. 108-109.

346. L'Éocène inférieur en Aquitaine et dans les Pyrénées. *Mém. Carte géol. de la France*, 84 p., 14 fig., 7 pl. — Présentation au *C. R. somm.*, 3 novembre. p. 123.

347. A propos de la protogine du Mont-Blanc. *CR. Ac. Sc.*, 169, p. 825-830. — Présentation au *C. R. somm.*, 15 décembre, p. 145.

348. Une coupe géologique des environs de Chamonix. *C. R. somm.*, 17 novembre, p. 132-133.

349. Les Cyclostègues de d'Orbigny. *CR. Ac. Sc.*, 169, p. 1130-1135, 17 fig.

349 *bis*. Rapport sur l'attribution du prix Binoux au Dr René Larger. *Id.*, p. 1290-1291.

1920.

349 *ter*. Présentation de la note n° 349 au *C. R. somm.*, 19 janvier, p. 12.

350. Le Lutétien inférieur dans le Bassin de l'Adour. *Id.*, p. 14-16.

351. La limite entre le Crétacé et l'Éocène, en Aquitaine, aux Indes et au Soudan. *CR. Ac. Sc.*, 170, p. 154-159. — Présentation au *C. R. somm.*, 16 février, p. 38.

352. Le Lutétien inférieur à l'Est de l'isthme de Suez. *C. R. somm.*, 1er mars p. 45-46.

353. Sur l'origine des Orbitoïdés. *CR. Ac. Sc.*, 170, p. 976-977.

354. Sur l'organisation de la Revue de Géologie et des Sciences connexes. *C. R. somm.*, 12 avril, p. 63.

355. Les *Euostrea* (gr. de l'*O. edulis*), les *Gryphea* (gr. de l'*O. angulata*) et les *Crassostrea* (gr. de l'*O. virginiana*) ; leurs origines. *Id.*, 12 avril, p. 65-66.

356. Les Foraminifères de l'Éocène dans la région de Suez. *Id.*, 17 mai, p. 106-107.

357. Sur la présence de l'Auversien et du Tongrien à l'île d'Imbros, en collaboration avec A. Ktenas. *Id.*, 7 juin, p. 111-112.

358. L'Éocène au Soudan et au Sénégal. *Bull. du Com. d'études hist. et scient. de l'Afrique occidentale française*, p. 113-170, 1 carte, 13 fig. 5 pl. — Présentation au *C. R. somm.*, 8 novembre, p. 165.

359. Révision des Orbitoïdes du Crétacé ; les *Omphalocyclus*. *C. R. somm.*, 8 novembre, p. 166-167.

359 *bis*. Révision des Orbitoïdes. Première partie : Orbitoïdes du Crétacé et genre *Omphalocyclus*. *B. S. G. F.* (4), XX, p. 209-232, 37 fig., pl. VIII.

360. Observations sur un mémoire de M. Mengaud. *C. R. somm.*, 6 décembre, p. 190-191.

361. Observation sur l'âge des couches de Saint-Palais. *Id.*, 20 décembre, p. 203.

362. L'Éocène au Pérou. *CR. Ac. Sc.*, 171, p. 1345-1347.

362 *bis*. Rapport sur l'attribution du prix Fontannes au Dr Olivier Couffon. *Id.*, p. 1289-1290. — Rapport sur l'attribution du prix Bordin à M. Jacques de Lapparent. *Id.*, p. 1309-1310.

1921.

362 *ter*. Présentation de la note n° 362. *C. R. somm.*, 24 janvier, p. 15.

363. Compte rendu de la première séance du Comité français des Sciences géologiques et minéralogiques. *Id.*, 21 février, p. 37-39.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

364. Les mouvements alpins et pyrénéens pendant l'Éocène. *Id.*, 7 mars, p. 52-54.
365. Une faune saumâtre au sommet du Crétacé inférieur près de Bayonne. *CR. Ac. Sc.*, 172, p. 630-631.
366. Comment ont apparu certaines formes nouvelles : Rudistes et Chames, *Mytilus* et *Dreissensia*, *Anomia* et *Paranomia*. *Id.*, p. 887-892, 11 fig.
367. Rapport sur l'attribution du prix Fontannes à M. Mengaud. *C. R., somm.*, 4 avril, p. 89-92.
367 *bis*. Présentation d'une note de S. Yahara : « A pachyodont Lamellibranch from the cretaceous deposits of Miyako in Rikucku (Japan) ». *C. R. somm.*, 2 mai, p. 119.
368. La charnière des Lamellibranches hétérodontes et son évolution ; les Isocardes. *Id.*, p. 123-125.
369. La charnière des Lamellibranches hétérodontes et son évolution, Cyprines, Isocardes et Cythérées. *B. S. G. F.* (4), XXI, p. 116-124. 27 fig. — *Erratum*, *C. R. somm.*, 3 avril 1922, p. 71.
370. Le Gebel Geneffé, d'après les explorations de M. J. Barthoux. *C. R. somm.*, 23 mai, p. 133-135.
371. Nouveaux fossiles de l'Éocène du Pérou. *Id.*, 7 novembre, p. 193-195, 4 fig.
372. Les progrès de la géologie en Égypte. *Id.*, 5 décembre, p. 210-211.
373. Les Orthophragmines au Pérou. *Id.*, p. 211.
374. Mélanges paléontologiques : genre *Eovasum*, *Glauconiidae*, *Pleuroceratidae*, *Pirenidae*, genre *Itruvia*. *Journ. du Conchyliologie*, t. 66, p. 1-18, fig. 1-4.
374 *bis*. Rapport sur l'attribution du prix Victor Raulin à M. L. Mengaud. *CR. Ac. Sc.*, 173, p. 1245-1246.

1922.

374 *ter*. Présentation de la note n° 374 au *C. R. somm.*, 6 février, p. 28-29.
375. Les Nummulites au Sud des Pyrénées. *CR. Ac. Sc.*, 174, p. 507-510. — Présentation au *C. R. somm.*, 6 mars, p. 51-52.
376. Révision des Orbitoïdes. Deuxième partie : *Orthophragmina* du Danien et de l'Éocène. *Id.*, 6 mars, p. 53-54 et *B. S. G. F.* (4), XXII, p. 55-100, fig. 1-28, pl. IV-V.
377. Les Lépidocyclines et leur évolution ; un genre nouveau : *Amphilepidina*. *CR. Ac. Sc.*, 175, p. 550-554. — Présentation au *C. R. somm.*, 6 novembre, p. 166.
378. Observations sur les brèches de Salles et d'Oo. *C. R. somm.*, 4 décembre, p. 200.
379. Orbitoïdes de la Jamaïque. *Pseudorbitoides Trechmanni* nov. gen., nov. sp. *Id.*, 18 décembre, p. 203-204, 1 fig.

1923.

379 *bis*. Présentation d'un ouvrage de M. D. Zalessky sur « la Flore paléozoïque de la série d'Angara ». *CR. Ac. Sc.*, 176, p. 1199-1200.
380. Observations à propos d'un mémoire de M Paul Harder, sur la continuité entre le Danien et le Montien. *C. R. somm.*, 28 mai, p. 105-106.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

380 *bis*. Les Orbitoïdes en Amérique. *Id.*, p. 106-107.
381. Les Orbitoïdes et leur évolution en Amérique. *B. S. G. F.* (4), XXIII, p. 369-376, 4 fig., pl. XIII.
381 *bis*. Compte rendu des travaux sur les Rudistes. *Revue de Paléozoologie*, t. XXVII, p. 182-186.
382. Quelques observations sur le sous-genre *Helicolepidina*. *Eclogæ geol. Helvetiæ*, vol. XVII, p. 567-569, 1g. 1-2. — Présentation au *C. R. somm.*, 5 novembre, p. 174-175.
383. Sur quelques Foraminifères des Moluques orientales et de la Nouvelle Guinée. *Jaab. van Mijn. in Ned. Oost-Indië*, 1921, p. 107-116, pl. I-II. — Présentation au *C. R. somm.*, 5 novembre, p. 175.
384. Présentation d'un mémoire sur la Révision des Lépidocyclines. *Id.*, 5 novembre, p. 177.
385. Présentation de l'ouvrage de G. O'Gorman et M. Cossmann « Le gisement cuisien de Gan ». *Id.*, 19 novembre, p. 187-188.
386. Présentation des « Leçons de Pétrographie » de Jacques de Lapparent. *Id.*, 3 décembre, p. 198.
386 *bis*. Rapport sur l'attribution du prix Tchihatcheff au Commandant Léon Dussault. *CR. Ac. Sc.*, 177, p. 1367-1368. — Rapport sur l'attribution du prix Delesse à M. Maurice Cossmann. *Id.*, p. 1379. — Rapport sur l'attribution du grand prix des sciences physiques à M. Lucien Cayeux. *Id.*, p. 1406-1407.

1924.

387. Les premières Nummulites dans l'Éocène du Béarn. *CR. Ac. Sc.*, 178, p. 36-41, 14 fig. et *C. R. somm.*, 4 février, p. 19.
388. Présentation d'une note de M. de Morgan : la Mésogée et le berceau de l'humanité. *C. R. somm.*, 4 février, p. 19.
389. Présentation d'un mémoire du Dr Bosworth « Geology of NW Peru ». *Id.*, 18 février, p. 34.
390. Présentation d'une note de M. L. Dangeard « Sur la présence du Nummulitique inférieur dans la région de Gâvres (Morbihan) ». *Id.*, 7 avril, p. 53.
391. Les colonies de la Mésogée. *Id.*, p. 55-56.
392. Le Crétacé inférieur de l'Himalaya d'après les matériaux de la mission Sven Hedin. *Id* , p. 58-60.
393. Rapport sur l'attribution du prix Prestwich à M. G. F. Dollfus. *Id.*, 12 juin, p. 109-111.
394. Le Crétacé et l'Éocène dans l'Est de l'Égypte. *Id.*, p. 113-114.
394 *bis*. Compte rendu des travaux divers. *Revue de Paléozoologie*, t. XXVIII, p. 93-151 et p. 171-226.
395. A propos du poudingue de Palassou. *Id.*, 17 novembre, p. 160-162.
396. Un nouveau genre d'Algues calcaires. *Id.*, 1er décembre, p. 169-170, 5 fig.
397. L'Éocène inférieur du Béarn, en collaboration avec G. O'Gorman. *Id.*, p. 170-172.
398. Révision des Lépidocyclines. *Mém. Soc. géol. de France*, nouvelle série, t. I, mém. 2, p. 1-50, fig. 1-48, pl. I-II.
398 *bis*. Rapport sur l'attribution du prix Binoux à M. J. Bourcart. *CR. Ac. Sc.*, 179, p. 1489-1490.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

1925.

399. Le Callovien dans le Massif de Moghara, avec description des fossiles par M. Cossmann. *C. R. somm.*, 16 mars, p. 76-77, et *B. S. G. F.* (4), XXV, p. 303-328, pl. V-VIII.

400. Présentation d'une étude de M. Anthony sur « un moule interne artificiel complet d'*Hippurites radiosus* ». *C. R. somm.*, 20 avril, p. 109.

401. Jacques de Morgan. Notice nécrologique. *Id.*, p. 117, et *B. S. G. F.* (4), XXV, p. 437-447, avec une liste des travaux géologiques.

402. Les couches à *Cardita Beaumonti* dans le Béloutchistan. *C. R. somm.*, 4 mai, p. 125-126.

403. Les Lépidocyclines et la Mésogée. Livre jubilaire de Verbeek. *Verh. van het Geol. Mijn. Genootschap voor Nederland en Kolonien.* Geol. serie, t. VIII, p. 120-124. — Présentation au *C. R. somm.*, 23 novembre, p. 209-210.

404. Révision des Lépidocyclines (suite et fin). *Mém. Soc. géol. de France*, nouvelle série, II, mém. 2, p. 51-118, fig. 49-83, pl. III-VI.

404 *bis*. Le Miocène du Béarn et ses lignites, en collaboration avec G. O'Gorman. *C. R. somm.*, 7 décembre, p. 219-220, et *B. S. G. F.* (4), XXV, p. 831-837.

404 *ter*. Rapport sur l'attribution du prix Gay à M. Léon Lutaud. *CR. Ac. Sc.*, 181, p. 966-967.

1926.

405. La forme conique chez les Foraminifères et le genre *Dictyoconoides* Nuttal. *C. R. somm.*, 1er février, p. 19-21, et *B. S. G. F.* (4), XXVI, p. 21-26, 2 fig., pl. II.

406. Quelques fossiles du Crétacé supérieur de Cuba. *C. R. somm.*, 16 avril, p. 70-71, et *B. S. G. F.*, *Id.*, p. 127-138, 4 fig., pl. VII et VIII.

407. Quelques observations sur le terrain crétacé au Sud de Pau. *CR. Ac. Sc.*, 183, p. 768-771.

408. Les marbres de Sarrancolin et de Saint-Béat dans les Pyrénées centrales. *Id.*, p. 826-830.

409. Sur quelques sédiments de l'époque tertiaire : calcaires lacustres et argiles réfractaires. *C. R. somm.*, 6 décembre, p. 142-143, et *B. S. G. F.* (4), XXVI, p. 295-305.

09 *bis*. Rapport sur l'attribution du prix Fontannes à M. Léon Moret. *CR. Ac. Sc.*, 183, p. 1183-1184.

410. Description de quelques fossiles crétacés de l'Afghanistan. *Rec. geol. Survey of India*, vol. LVIII, part. 4, p. 345-348, fig. 1-2, pl. 12.

411. Fossiles recueillis par Hayden dans le Kashmir en 1906 et les Pamirs en 1914 ; leur description. *Id.*, p. 349-357, fig. 3-9, pl. 13-14.

1927.

411 *bis*. Présentation des notes 407 et 408 au *C. R. somm.*, 17 janvier, p. 7-8.

412. Nouveaux Rudistes du Crétacé de Cuba, *Id.*, 7 février, p. 20-21, et *B. S. G. F.* (4), XXVI, p. 49-56, 2 fig., pl. IV.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

413. Les études sur les Foraminifères en France et en Amérique. *C. R. somm.*, 21 février, p. 32-34.
414. Les Orbitoïdes de la région pétrolifère du Mexique. *Id.*, p. 34-35, 4 fig.
414 *bis*. Quelques épisodes de la formation des Pyrénées. *CR. Ac. Sc.*, 184, p. 1613-1616.
415. Les marbres de Sarrancolin et les calcaires à Rudistes de la Haute-Garonne. *CR. Ac. Sc.*, t, 185, p. 687-691.
416. Le Crétacé dans le pays de Bigorre : ses brèches et ses conglomérats. *Id.*, p. 814-818.
416 *bis*. Présentation des deux notes précédentes au *C. R. somm.*, 21 novembre, p. 179-180.
416 *ter*. La partie inférieure du Crétacé dans le pays de Bigorre. *Id.*, 5 décembre, p. 196-198.

1928.

416 *quater*. Présentation de la note n° 411 au *C. R. somm.*, 28 février, p. 40-41.
417. L'Éocène inférieur au Nord-Ouest de l'Inde, d'après les travaux du Major Davies. *C. R. somm.*, 2 avril, p. 92-95, 1 fig.
418. A propos de l'ophite. *CR. Ac. Sc.*, 186, p. 1031-1034. — Présentation au *C. R. somm.*, 7 mai, p. 120-121.
419. Le Dôme triasique de Dax et les mouvements épirogéniques dans la région pyrénéenne. *C. R. somm.*, 16 avril, p. 112-114.
420. Les couches à *Cardita Beaumonti*. 1re partie, relative au Beloutchistan. *Paleontologia indica*, New Series, vol. X, mém. 3, p. 1-25, pl. I-IV. — Présentation au *C. R. somm.*, 18 juin, p. 196.
421. Le Trias à Lasseube et ses roches éruptives, en collaboration avec G. O'Gorman. *C. R. somm.*, 18 juin, p. 198-200.
421 *bis*. Le Pic de Rébenacq et ses roches éruptives. *CR. Ac. Sc.*, 187, p. 781-784. — Présentation au *C. R. somm.*, 3 décembre, p. 260.
422. Le Pic de Rébenacq ; sa structure. *C. R. somm.*, 3 décembre, p. 260-262.
422 *bis*. Rapport sur l'attribution du prix James Hall à M. Jean Piveteau. *CR. Ac. Sc.*, 187, p. 1216-1217.

1929.

423. Observations sur les extrusions pyrénéennes de M. Viennot. *C. R. somm.*, 21 janvier, p. 8.
423 *bis*. Les Pyrénées occidentales au début de l'Éocène, et la formation de la chaîne. *CR. Ac. Sc.*, 188, p. 524-526.
424. Une Miliolidée géante découverte par H. Termier dans le Sénonien du Maroc (*Lacazopsis Termieri*). *C. R. somm.*, 27 mai, p. 134, et *B.S.G.F.* (4), XXIX, p. 245-249, fig. 7-8, pl. XXI.
425. Les études sur les Foraminifères en Amérique. *C. R. somm.*, 27 mai, p. 140-142.
426. Un sondage profond en Floride. *Id.*, 3 juin, p. 156-157, 2 fig.
427. La *Cardita Beaumonti* en Amérique. *Id.*, 17 juin, p. 167.
428. Les Ammonites de la Craie supérieure en Égypte et au Sinaï. *Mém.*

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Ac. Sc., t. 60, p. 1-44, 23 fig., pl. I-VII. — Présentation au *C. R. somm.*, 18 novembre, p. 218-219.

429. Les couches à *Cardita Beaumonti*, 2e partie, relative au Sind. *Paleontologia indica*, New Series, vol. X, mém. n° 3, p. 25-78, pl. V-IX. — Présentation au *C. R. somm.*, 16 décembre, p. 247-248.

430. L'Éocène du Béarn, en collaboration avec G. O'Gorman, G. Dollfus et Dom Aurélien Valette. *C. R. somm.*, 4 novembre, p. 209, et *B. S. G. F.* (4), XXIX, p. 329-390, 2 fig., pl. XXIX-XXXII.

430 *bis*. Rapport sur l'attribution du prix Gay à M. l'Abbé Gaurier. *CR. Ac. Sc.*, 189, p. 1124-1125.

1930.

431. Le Crétacé inférieur dans le Béarn et dans la Bigorre. *C. R. somm.*, 28 avril, p. 72 et *B. S. G. F.* (4), XXX, p. 213-217, pl. XXIV-XXVII.

432. Les progrès récents de la géologie dans la colonie portugaise d'Angola. *C. R. somm.*, 2 juin, p. 114-116.

433. Rapport sur l'attribution du prix Prestwich à M. Ch. Jacob. *Id.*, p. 175-177.

434. Le Trias à Lasseube (deuxième note), en collaboration avec G. O'Gorman. *C. R. somm.*, p. 58-60.

434 *bis*. Parasitisme ou commensalisme chez les Foraminifères. Les canaux chez les Nummulitidés. *Livre Jubilaire de la Société géologique de France*, p. 258-262, 1 fig., pl. XXXIII-XXXIV.

434 *ter*. Rapport sur l'attribution du prix Cuvier à M. Gignoux. *CR. Ac. Sc.*, 191, p. 1204-1205.

434 *quater*. Rapport sur l'attribution du prix Bordin à M. Louis Dangeard. *Id.*, p. 1230-1231.

1931.

435. Les roches éruptives du Pic de Rébenacq. *CR. Ac. Sc.*, 192, p. 121-124. — Présentation au *C. R. somm.*, 2 mars, p. 47.

436. Les Ammonites de Salinas. *Boletim do Museu e Mineralogia e Geologia da Faculcade de Sciencias de Lisboa*, n° 1, p. 1632, 5 fig., pl. I-IV. — Présentation au *C. R. somm.*, 13 avril, p. 80-81 et au *CR. Ac. Sc.*, 192, p. 906 et p. 1509.

437. Le Trias et les roches éruptives de Lasseube. *C. R. somm.*, 2 mars, p. 49-50.

438. Deux cas de symbiose ou de parasitisme. *Id.*, 1er juin, p. 128 — Symbiose ou Parasitisme. *B. S.G. F.* (5), I, p. 391-396, pl. XIX.

439. Sur l'accident de Lasseube (troisième note), en collaboration avec G. O'Gorman. *C. R. somm.*, 1er juin, p. 128-129, et *B. S. G. F.*, *Id.*, p. 519-533. 2 fig.

440. Les Orbitolines dans le marbre de Sarrancolin. *C. R. somm.*, 15 juin, p. 156.

441. Le Pic de Rébenacq et sa structure, en collaboration avec G. O'Gorman. *Id.*, 29 juin, p. 175-177.

442. Un curieux phénomène météorologique. *CR. Ac. Sc.*, 193, p. 379-380.

442 *bis*. Quelques cas d'évolution. *Id.*, p. 617-620. — Présentation au *C. R. somm.*, 9 novembre, p. 204-205.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

1932.

443. Sur la formation des silex. *CR. Ac. Sc.*, 194, p. 1285-1289. — Présentation au *C. R. somm.*, 17 mars, p. 163.
443 *bis*. Notice sur les travaux d'Albert de Grossouvre. *CR. Ac. Sc.*, 194, p. 2181-2184.
444. Le Miocène de l'Angola. *C. R. somm.*, 21 novembre, p. 190-191.

1933.

445. Découverte du Permien au Djebel Tebaga (Extrême-Sud tunisien), en collaboration avec MM. Solignac et Berkaloff. *CR. Ac. Sc*, 196, p. 21-24.
446. Le Tertiaire de Loanda. *Boletim do Museu e Laboratorio Mineralogico e Geologico da Universidade de Lisboa*, n° 2, p. 1-58, pl. I-VII. — Présentation *C. R. somm.*, 15 mai, p. 114. — Voir aussi. *Id.*, 12 juin, p. 144.
447. Le Pic de Rébenacq, en collaboration avec M. G. O'Gorman. *C. R. somm.*, 15 mai, p. 116 et *B. S. G. F.* (5), III, p. 281-320, 1 fig., pl. X-XV.
448. Sur le Crétacé du Bakony Wald, d'après des envois du Dr Taeger. *C. R. somm.*, 15 mai, p. 117-118.
449. Notice sur Gustave Dollfus. *B. S. G. F.* (5), III, p. 677-690, accompagnée d'un portrait et d'un répertoire bibliographique des publications par Robert-Ph. Dollfus.
450. A propos de l'*Orbitolina gigantea* d'Orb. de Royan. *C. R. somm.*, 6 novembre, p. 198-199.
451. La géologie de la région au Nord du Tchad, en collaboration avec le Général Tilho. *CR. Ac. Sc.*, 197, p. 1012-1016, avec 1 carte. — Présentation au *C. R. somm.*, 4 décembre, p. 230.

1934.

451 *bis*. Sur la découverte du gisement de l'Omo par le Dr Brumpt. *C. R. somm.*, 5 mars, p. 64.
452. Les Fusulinidés de la Tunisie. *Mém. Serv. Carte géol. de la Tunisie*, nouvelle série, n° 1, p. 75-90, pl. I-III.
453. Présentation du mémoire précédent. *C. R. somm.*, 4 juin, p. 143.
454. Silex, meulières et agates. *Id.*, 19 novembre, p. 200, et *B. S. G. F.* (5), IV, p. 537-544, pl. XXVIII-XXIX.
455. Rapport sur l'attribution du prix Tchihatcheff à M. Gübler. *CR. Ac. Sc.*, 190, p. 1483.

1935.

456. Les Rudistes et leur évolution. *C. R. somm.*, 20 mai, p. 137-138, et *B. S. G. F.* (5), V, p. 349-358, 26 fig., pl. XV.
457. Notice sur Henri Fairfield Osborn. *CR. Ac. Sc.*, 201, p. 1074-1076. *Erratum*, *id.*, p. 1444.
458. Rapport sur l'attribution du prix Joseph Labbé à M. L Glangeaud. *Id.*, p. 1260.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

1936.

459. Les sables granitiques, en relation avec les accidents tectoniques et avec les limites des étages. *CR. Ac. Sc.*, 202, p. 257-261.
460. A propos des sables granitiques. *C. R. somm.*, 1er février, p. 53-54.
461. Les sables et les argiles granitiques. Leur distribution et leur origine. *B. S. G. F.* (5), VI, p. 17-40, pl. II-III.
462. Le test des Lamellibranches; sa formation dans l'*Ostrea edulis*. *CR. Ac. Sc.*, 203, p. 965-968.
463. Le test des Ostréidés du groupe de l'*Ostrea cochlear* (genre *Pycnodonta* F. de W.) et le test des Rudistes. *Id.*, p. 1113-1117.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Deux Brachiopodes nouveaux de l'Auversien du bassin de Paris

par **Graham F. Elliott**[1].

Les deux Brachiopodes qui font l'objet de cette note ne sont représentés chacun que par un unique échantillon ; ce sont les seuls spécimens rencontrés, au cours de leurs longues recherches, par mes Confrères L. et J. Morellet qui avaient reconnu en eux des formes nouvelles. Ils proviennent l'un et l'autre des sables à *Nummulites variolarius* de la base des « Sables moyens », formation où le seul Brachiopode trouvé jusqu'ici était *Argyrotheca Bouryi* (de Morgan) (Le Fayel, très rare).

Terebratulina Morelleti n. sp.

Figures 1, 1 a, 1 b.

Diagnose. Térébratulinidé long de 3,25 mm., large de 2, 75 mm., épais de 1,5 mm., biconvexe, grossièrement strié ; commissure antérieure des valves plane ; bord cardinal du type sub-mégathyride ; bec entier ; pièces deltidiales indistinctes.

Localité. Sablière de Reuil-en-Brie, près de La Ferté-sous-Jouarre (Seine-et-Marne).

Description. Ce petit spécimen est de forme subtrigone, médiocrement biconvexe ; le bec est entier, les interareæ sont proéminentes ainsi que les saillies de la charnière, saillies résultant de la fusion, postérieurement au crochet dorsal, des arêtes internes des fossettes articulaires et des racines crurales. Le bord cardinal est légèrement déclive et supérieur à la moitié de la plus grande largeur de la coquille. La commissure antérieure est plane. L'ornementation à la commissure se compose d'environ dix-huit stries arrondies, disposées en deux séries ; celles de la seconde sont très courtes. Les trois stries secondaires du milieu naissent de la bifurcation des stries voisines ; celles des côtés naissent par intercalation. Il existe une strie d'accroissement peu distincte près du bord des valves. La structure interne est inconnue ; par des trous sur chacune des valves on voit que l'intérieur de la coquille est rempli de gros grains de sable, cimentés entre eux.

1. Note présentée à la séance du 19 juin 1939.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Affinités. Cette espèce diffère des autres Térébratulinidés de l'Éocène parisien (*cf.* Baudon, 1855 ; Deshayes, 1864. etc.)[1] par sa forme subtrigone et par son bec entier, caractères qui la dis-

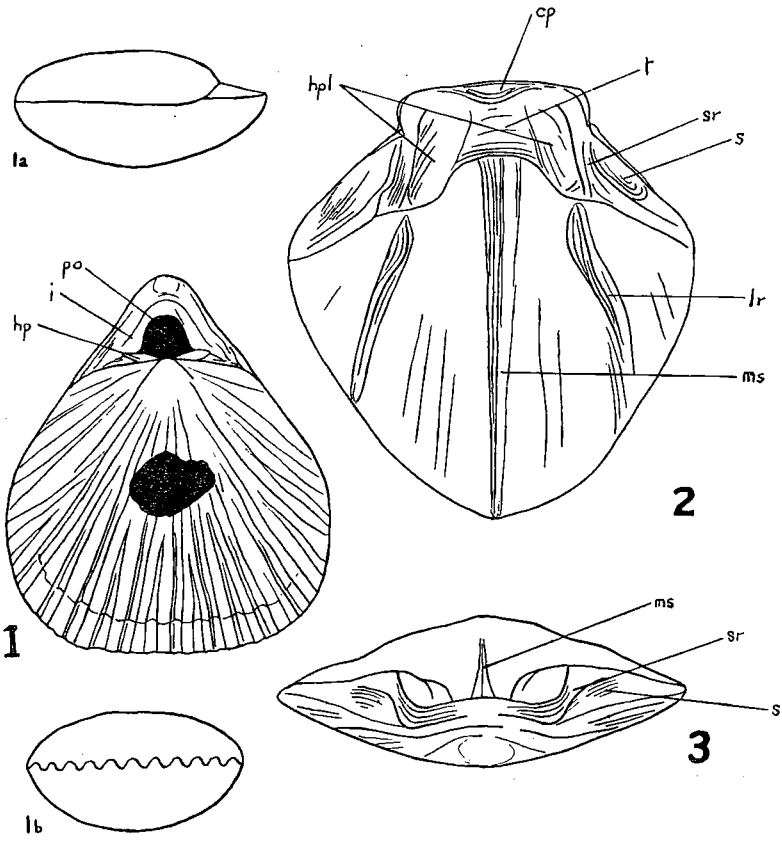


Fig. 1. — *Terebratulina Morelleti* n. sp., vue dorsale, × 15.
Fig. 1 a, 1 b. — Même échantillon agrandi et restauré ; vue latérale (1 a) et vue antérieure (1 b) schématisées.
Fig. 2. — Térébratellidé n. gen. ?, n. sp., intérieur de la valve dorsale, × 15.
Fig. 3. — Même valve, vue postérieure, légèrement oblique, × 15.
cp = processus cardinal ; hp = saillie de la charnière ; hpl = plateau cardinal ; i = interarea ; lr = arête latérale courbe ; ms = septum médian ; po = foramen pédonculaire ; s = fossette articulaire ; sr = crête interne de la fossette articulaire ; t = auget.

tinguent d'ailleurs de la plupart des formes tertiaires. Elle a la plus étroite ressemblance avec un spécimen actuel de la collection Davidson (British Museum, Natural History, n° B. 12423 du

1. Les dates se réfèrent à la Bibliographie placée à la fin de cette note.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

catalogue) ; ce spécimen, long de 3 mm., large de 2,5 mm., fait partie d'une série d'échantillons dragués à 600 brasses de profondeur, près de l'île Kermadec, au S des Fidji, dans le Pacifique et d'après lesquels Davidson a décrit *Terebratulina ? Murrayi* ; plus allongé que la figure (Davidson, 1886), il diffère toutefois de notre fossile par son bec qui est usé et par la présence de faibles pièces deltidiales. Ces dernières ne sont pas nettement discernables sur le fossile et, si elles existent, sont à l'état de faibles secrétions sur les bords internes des interareæ. L'ornementation de *T. Morelleti* est un peu plus grossière, mais de même ordre. Il se peut d'ailleurs que le fossile ne soit pas adulte. Chez un *Terebratulina wardenensis* Elliott (London Clay) non adulte, n'ayant que 3 mm. de long, le foramen pédonculaire est bordé par deux interareæ et par le crochet dorsal, flanqué des saillies de la charnière ; les pièces deltidiales sont absentes (Elliott, 1938). Peut-être *T. Morelleti* est-il à un stade semblable de développement, mais il est néanmoins tout à fait distinct.

Fischer et Œhlert (1890), en se basant sur la structure interne, ont détaché de *Terebratulina* quelques espèces, créant pour elles le genre *Eucalathis* dont le génotype est *Terebratulina ? Murrayi* Davidson. L'attribution à *Eucalathis* dépendant de la structure interne, j'ai cru préférable de décrire le fossile comme une espèce nouvelle de *Terebratulina sensu lato*. Les autres espèces fossiles que Fischer et Œhlert (1890) et Thomson (1927, p. 184) ont rapportées à *Eucalathis*, d'après la seule similitude des caractères externes, sont *T. caput-serpentis* Davidson (*non* Linné) du Pliocène d'Angleterre (Davidson, 1852) et *T. taurinensis* (Sequenza) du Miocène d'Italie (Davidson, 1870).

Térébratellidé n. gen. ?, n. sp.

Figures 2, 3.

Localité. Sablière de Montmarlet, près de La Ferté-Milon (Aisne).

Description. Cet échantillon est représenté par une valve dorsale, longue de 3,75 mm., large de 3,5 mm., de forme subpentagonale, rétrécie à l'avant, lisse extérieurement. Le test, jaune et vitreux, montre de grandes ponctuations bien visibles. Intérieurement, les éléments cardinaux sont forts ; chaque fossette articulaire est bordée sur sa face interne d'une forte crête qui se prolonge latéralement et est visible de l'extérieur. Entre ces crêtes, le plateau cardinal, un peu plus bas qu'elles, est divisé en son milieu par une légère dépression

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

en forme d'auget ; postérieurement, le processus cardinal s'étend transversalement au travers de l'ensemble. Le septum médian est bas, arcboute le plateau cardinal et s'atténue progressivement vers l'avant. Sur les côtés existent deux arêtes courbes, aussi proéminentes que le septum médian ; elles naissent au pied des éléments cardinaux, de chaque côté du septum et, fortes à l'origine, s'atténuent antérieurement ; leur convexité est tournée vers les côtés de la valve, de sorte qu'elles tendent à converger vers le milieu. Les trois arêtes et les éléments cardinaux sont visibles extérieurement par transparence. La valve montre vers la commissure une légère inflexion qui ne peut cependant être imputée à l'usure de sa partie antérieure ; les éléments cardinaux, par contre, ne semblent pas usés.

Affinités. Par ses ponctuations, son test translucide et sa petite taille ce fossile rappelle *Argyrotheca* (*Cistella*). Cependant ses éléments cardinaux beaucoup plus forts et son septum médian d'un type différent ne permettent pas de le rapporter à ce genre. Les arêtes latérales incurvées sont totalement différentes des branches descendantes, très fragiles, qui s'observent, soudées à la valve, chez quelques espèces d'*Argyrotheca* ; elles sont par ailleurs distinctes des septa latéraux de *Megathyris* (*Argiope*). D'autre part, notre fossile s'éloigne des spécimens d'*Argyrotheca* et de *Megathyris* chez lesquels la coquille, de forme transverse, est bi ou plurilobée avec une commissure antérieure plane ; il ressemble, par contre, à *Magadina* qui lui aussi est pentagonal, présente, comme lui, une inflexion vers la commissure et possède, à l'état adulte (chez *M. Browni* Thomson), sur le plancher de la valve, des arêtes curvilignes qui suivent le trajet des branches descendantes. La coquille de *Magadina Browni* est toutefois beaucoup plus grande (longueur de la valve dorsale 8 mm.) et les ponctuations y sont plus fines et plus denses ; le septum est haut et massif à sa partie antérieure ; au crochet, les fortes arêtes des fossettes articulaires de l'épaisse charnière se projettent différemment. Chez le genre voisin *Magadinella* le septum est beaucoup plus bas, mais la taille est encore plus grande (longueur de la valve dorsale de *M. woodsiana* (Tate) : 10 mm.) (Thomson, 1915 ; 1927, pp. 274-278). Enfin, notre fossile diffère par sa forme et par sa surface externe du petit Térébratellidé de l'Éocène français décrit sous le nom de *Kingena Raincourti* (Eudes-Deslongchamps, 1863) ainsi que de *K. constantinensis* (Cossmann et Pissarro, 1905.)

Alors que les espèces d'*Argyrotheca* sont assez communes dans l'Éocène français, *Magadina* et les genres voisins sont presque tous confinés dans le Tertiaire d'Australasie. D'importantes

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

modifications par rapport au génotype s'observent chez quelques espèces éocènes d'*Argyrotheca* (cf. *A. wansinensis* E. VINCENT, 1923).

En résumé, le fossile parisien ne présente de ressemblance marquée ni avec *Argyrotheca* ni avec *Magadina* ; il appartient très probablement à un genre nouveau parmi les Térébratellidés les plus inférieurs, mais qui ne peut être créé d'après un seul échantillon, au surplus incomplet.

En terminant, je tiens à exprimer ma gratitude à MM. L. et J. Morellet pour m'avoir soumis leurs échantillons [1], m'avoir autorisé à les décrire et pour avoir traduit mon manuscrit ; je tiens également à remercier le Conservateur du Département de Géologie du British Museum et le Docteur H. M. Muir-Wood qui ont bien voulu me permettre d'examiner les collections dont ils ont la garde.

BIBLIOGRAPHIE

BAUDON, A. 1855. Notice sur quelques Térébratules du Calcaire grossier, non décrites jusqu'à ce jour, pp. 1-7, 1 planche. (Réimprimé, avec trois simples changements de noms préemployés, des *Mém. Soc. Acad. d'Archéol., Sciences et Arts du départ. de l'Oise*, II, p. 687-691, pl. XV).

COSSMANN, M. et PISSARRO, G. 1905. Faune éocénique du Cotentin (Mollusques), 6e, *B. S. G. Normandie*, XXIV, 1904, p. 31, pl. XIX, fig. 29.

DAVIDSON, T. 1852. Monograph British tertiary Brachiopoda, Monograph Brit. fossil Brachiopoda, I, part I, pp. 13-14, pl. I, fig. 14, 14 a-b, 15, 15 a, *Palaeont. Soc.*, London.

— 1870. On Italian tertiary Brachiopoda, *Geol. Mag.*, London, VII, p. 400, pl. XIX, fig. 20, 20 a.

— 1886. A monograph of recent Brachiopoda, *Trans. Linn. Soc.*, London, (2), Zool. IV, part I, p. 39, pl. VI, fig. 15 a, b.

DESHAYES, G. P. 1864. Description des animaux sans vertèbres découverts dans le bassin de Paris, pour servir de supplément à la description des coquilles fossiles des environs de Paris, II, pp. 137-157, pl. LXXXVI-VII.

ELLIOTT, G. F. 1938. A London Clay Brachiopod, *Proceed. Geol. Assoc.*, XLIX, p. 129, fig. 23-25.

1. Ces échantillons ont été déposés à l'École Nationale Supérieure des Mines, Paris, et incorporés à la collection générale.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

EUDES-DESLONGCHAMPS. E. 1863. Etudes critiques sur des Brachiopodes nouveaux ou peu connus, *B. S. linn. Normandie*, Caen, VII, 1861-1862, pp. 294-295, pl. VIII, fig. 12a, b, 13, 14.

FISCHER, P. et OEHLERT, D. P. 1890. Diagnoses de nouveaux Brachiopodes, *Journ. de Conchyl.*, XXXVIII, p. 72.

THOMSON, J. A. 1915. Brachiopod genera. The position of shells with Magaselliform loops and of shels with Bouchardiform beak characters, *Trans. New Zealand Inst.*, XLVII, p. 392.

— 1927. Brachiopod Morphology and Genera (recent and tertiary), *New Zealand Board of Science and Art*, Manual nº 7.

VINCENT, E. 1923. Quelques remarques sur les Brachiopodes tertiaires de Belgique et description d'une espèce nouvelle d'*Argyrotheca*, *Ann. Soc. Roy. Zool. belge*, Bruxelles, LIII, 1922, pp. 52-53, fig. 2-3.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Observations stratigraphiques sur le Toarcien supérieur du détroit de Poitiers

par **Pierre A. Gillard** [1].

Planche XVIII.

L'étude stratigraphique du Toarcien supérieur de la Vienne a déjà fait l'objet d'intéressantes observations dont les plus complètes sont dues à J. Welsch. Cet auteur avait pu établir dès 1903 pour l'ensemble de ce qu'il comprenait sous la dénomination de « Lias supérieur », une remarquable succession de faunes qui, telle qu'elle était présentée [2] accusait, malgré certaines différences lithologiques, une correspondance assez marquée avec les formations synchroniques aveyronnaises, tout en présentant quelques affinités avec les zones yeovillo-whitbiennes du Lias supérieur d'outre-Manche.

J'ai pu revoir les gisements classiques, retrouver la presque totalité des espèces déjà connues du Toarcien supérieur du Centre-Ouest et récolter une superbe faune d'Ammonites constituée principalement par des formes très fragiles, parmi lesquelles il m'a été possible d'identifier :

Cotteswoldia distans S. S. Buck.
Denckmannia aspera S. S. Buck.
— cf. *aspera* S. S. Buck.
— *erbaensis* Hauer
— *torquata* S. S. Buck.
Grammoceras audax S. S. Buck.
— *comptum* Haug
— *fallaciosum* Bayle
— *penestriatulum* S. S. Buck.
— *toarcense* d'Orb.
Hammatoceras insigne Schübler
Harpoceras cumulatum Hyatt
— *luranense* Partsh
— aff. *luranense*
Haugia comensi Von Buch
— *Eseri* Oppel
— *fascigera* S. S. Buck.
— *illustris* Denckmann
— *jugosa* Sowerby
— *variabilis* d'Orb.
Hildoceras Gruneri Dumortier
— *Grunowi* Dumortier (non Hauer)
Lytoceras funiculus Dumortier
— *sublineatum* Oppel
— *Trautscholdi* Oppel
Paroniceras sternale d'Orb.
Phlyseogrammoceras dispansum Lycett
— *metallarium* Dum.

1. Note présentée à la séance du 15 mai 1939.
2. J. Welsch. Réunion extraordinaire. Poitiers, 1903. *B. S. G. F.*, 4e série, t. III, p. 821.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Phylloceras heterophyllum Sow.
— *Nilsoni* Hébert
— *subnilsoni* Hébert
Phymatoceras Dumortieri S. S. Buck.
— *Werthi* Denckmann
— cf. *Werthi*
Polyplectus discoides Zieten
Pseudogrammoceras Bingmanni Denckm.
— *Bodei* Denckm.
— *Cotteswoldiae* S.S. Buck.
— *Curioni* Meneghini
— *doerntense* Denckm.
Pseudogrammoceras latescens Simpson
— *Muelleri* Denckm.
— *Pachu* S. S. Buck.
— *pedicum* S. S. Buck.
— *placidum* S. S. Buck.
— *quadratum* Haug
— *Saemanni* Dum.
— *striatulum* Sow.
— *Struckmanni* Denckm.
— *Thrasu* S. S. Buck.
Pseudolioceras lythense Young et Bird.

L'examen de cette importante série, nonobstant un certain nombre d'espèces rhodaniennes et quelques formes cosmopolites, confirme les affinités paléontologiques du Lias supérieur régional avec les dépôts correspondants du Sud-Est de l'Aveyron et en particulier en ce qui concerne les niveaux supérieurs du Toarcien dont les gisements de Ligugé (La Bournigale) et de la vallée de la Vienne ne sont pas moins riches que leurs homologues de Cornus et du Guilhomard dont Monestier a donné une relation stratigraphique précise [1] où sont citées un certain nombre d'espèces que l'on retrouve dans le Centre-Ouest. On remarquera aussi que beaucoup d'espèces se rapportent aux niveaux de Whitby-Yeovil.

D'autre part une étude minutieuse de certains gisements montre qu'il est possible de distinguer ici, au-dessous de la zone à *Haugia variabilis* d'Orb. (zone n° 3 de J. Welsch), quatre nouveaux horizons remarquablement uniformes quant à leur faciès et correspondant principalement aux quatre premières « hemerae » du Yeovillien tel que Sydney S. Buckman le considère dans l'Upper Lias du Yorkshire [2] :

a) Zone à *Pseudogrammoceras striatulum* Sowerby
b) Zone à *Haugia Eseri* Oppel
c) Zone à *Pseudogrammoceras pedicum* S. S. Buckman
d) Zone à *Pseudogrammoceras Struckmanni* Denckmann.

1. Monestier. Le Toarcien supérieur dans la région SE de l'Aveyron. *B. S. G. F.*, 4e série, t. XX, n° 9, 1920.
2. S. S. Buckman. Jurassic chronology : II, *Quart. Journ. Geol. Soc.*, Vol. LXXVIII, pt. 4, 1922, p. 453.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Zone à *Pseudogrammoceras striatulum* Sowerby.

Au-dessus des calcaires marneux à *Haugia variabilis* d'Orb., qui représentent l'horizon supérieur du Whitbien de S. S. Buckman, et, quand ce dernier terme fait localement défaut, en discordance sur les assises à *Hildoceras bifrons* Brug., il existe une zone à *Pseudogrammoceras striatulum* Sow. qui se réduit généralement à une assise calcaréo-marneuse moins compacte que la formation précédente, dont la puissance varie de 1,5 à 3 mètres.

Elle est caractérisée par la présence de plusieurs Ammonites peu remarquées jusqu'à ce jour dans le détroit de Poitiers :

Pseudogrammoceras striatulum Sow.
— *Saemanni* Dum.
Grammoceras audax S. S. B.
Haugia comensis von Buch.
— *illustris* Denckmann
Harpoceras cumulatum Hyatt.
Harpoceras luranense Partsh
Lytoceras funiculum Dum.
— *sublineatum* Oppel
Phylloceras Nilsoni Hébert
Pseudogrammoceras lythense Young et Bird
— *Thrasu* S. S. Buckman

et, vers la partie supérieure de l'assise :

Paroniceras sternale d'Orb.
Phylloceras heterophyllum Sow.

ainsi que *Pseudogrammoceras quadratum* Haug qui, associé aux deux espèces précédentes présente une extension considérable dans tout le Toarcien supérieur.

J'ai observé la succession des quatre zones précitées aux environs de Ligugé et, notamment, aux gisements de la Bournigale sur la rive droite du Clain où l'horizon considéré se réduit à 1 m. de calcaire marneux grisâtre débutant par un niveau de transition très mince à *Pseudogrammoceras striatulum* Sow. et de rares formes de la zone précédente du genre *Denckmannia* (*D. aspera* S. S. Buck., *D. erbaencis* Hauer, *D. torquata* S. S. Buck., et quelques *Haugia* (*H. variabilis* d'Orb., *H. jugosa* Sow.).

Avec *Pseudogrammoceras striatulum* Sow. les principales espèces de la partie moyenne sont :

Grammoceras fallaciosum s. s. auct.
— *audax* S. S. Buck.
Harpoceras cumulatum Hyatt
Lytoceras sublineatum Oppel
Pseudogrammoceras penestriatulum S. S. Buck.
— *quadratum* Haug
— *Thrasu* S. S. Buck.

et, vers la partie supérieure, quelques rares spécimens de l'Ammonite caractéristique de la zone suivante, ainsi que *Pseudogram.* cf. *pedicum* S. S. Buck.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

En remontant la vallée du Clain, j'ai retrouvé l'horizon à *Pseudogr. striatulum* Sow. à Iteuil, Vivonne et au confluent du Clain et de la Clouère. Mais en amont, aux environs de Marnay, ainsi que vers le Sud du département, les affleurements du Lias sont recouverts de végétation ; et ce n'est que par un concours particulier de circonstances que l'on peut y caractériser nettement la position relative de la zone dont j'ai cependant reconnu l'individualité en suivant le foncement de plusieurs prises d'eaux en amont de Joussé, vers le lieu dit « bec des deux eaux » et au Sud de « la Touche » (où j'ai récolté avec *Pseudogr. striatulum* Sow. plusieurs exemplaires de *Paroniceras sternale* d'Orb., *Phylloceras Nilsoni* Hébert), près de la gare du Vigeant, à quelque distance de l'Isle-Jourdain, (sur la rive gauche de la Vienne entre Bourgpeuil et le point 166 au Sud des Loges), où l'ensemble du Toarcien est réduit à 2, 5 m. de marnes d'ailleurs peu fossilifères; dans plusieurs marnières sur la rive gauche de la Vienne (Gouex, Quaux, La Rallerie), ainsi qu'au NNW de Saulgé sur la rive gauche de Gartempe, où j'ai recueilli une curieuse série comportant *Pseudogr. striatulum s. s.*, plusieurs espèces très voisines, avec quelques formes de passage à *Grammoceras toarcence* d'Orb., que d'ailleurs Wright [1] avait compris dans *Pseudogr. striatulum* Sow.

En l'absence d'exemplaires typiques et bien conservés une telle confusion n'est pas inexplicable [2].

Zone à *Haugia Eseri* Oppel.

Dans la succession des « hemerae » qu'il propose pour la chronologie du Jurassique [3], Sydney S. Buckman distingue, au-dessus du niveau à *Pseudogr. striatulum*, un horizon (*Eseri hemera*) à *Haugia Eseri* Oppel.

En cherchant à délimiter exactement la base des marnes à *Grammoceras toarcence* d'Orb., j'avais, en 1937, remarqué un certain nombre d'exemplaires de *Haugia Eseri* Oppel qui m'avaient suggéré la présence de l'horizon n° 2 du Yeovillien de Buckman ; une étude serrée des assises en place aux environs de Ligugé (La Bournigale, Mezeaux, Port-Seguin) m'a permis de reconnaître au-dessus du niveau à *Paroniceras sternale* d'Orb. de la zone à *Pseudogr. striatulum* Sow. une très mince assise marno-calcaire d'à peine 0,7 m. d'épaisseur, lithologique-

1. T. Wright, Ammonites of the Lias formation. *Proc. Cotteswold Nat. F. C.*, vol. III, 1864.
2. Monestier, *op. cit.*, p. 285.
3. *Op. cit.*, et *Type Ammonites*, *VII*, *1927*. Grammoceratan, n° 16, p. 38.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

ment très peu différente de l'horizon qu'elle surmonte, renfermant un nombre considérable d'individus pyriteux de petite taille du genre *Haugia*, dont *Haugia Eseri* OPPEL, remarquable, est très bien caractérisé, ainsi que quelques exemplaires de *Pseudogr. pedicum* S. S. BUCK., aussi rares qu'à la partie supérieure de la zone précédente, associés à *Haugia occidentalis* HAUG, *Denckmannia* aff. *aspera* S. S. BUCK., *Phymatoceras Dumortieri* S. S. BUCK. et *Phymatoceras Werthi* DENCKMANN. On peut donc distinguer très localement un horizon très réduit à *Haugia Eseri* OPPEL; mais plus au Sud il devient très difficile de le séparer nettement des assises à *Pseudogr. striatulum*, par suite de la continuité lithologique et de la rareté relative des individus bien conservés en certains gisements; bien qu'il y ait toutefois indication de la faune à *Haugia Eseri* OPPEL à la limite supérieure de la zone à *Pseudogr. striatulum* SOW. partout où elle existe.

Zone à *Pseudogrammoceras pedicum* S. S. BUCKMAN.

Aux formations précédentes succèdent, en certains points du seuil de Poitiers, un ensemble de marnes schisteuses tendres, grises ou bleuâtres, à épigénies pyriteuses dont la puissance n'excède guère 1,50 m.; mais nettement caractérisées par un certain nombre d'Ammonites voisines de *Pseudogr. pedicum* S. S. BUCK. avec *Pseudogr. pedicum* S. S. BUCK. typique.

A la Bournigale et dans le vallon de la rivière de Mezeaux, cet horizon est représenté en concordance avec les deux précédents par environ 0,8 à 1,3 m. de marnes où j'ai recueilli :

Pseudogrammoceras pedicum S. S. BUCK.	*Pseudogrammoceras quadratum* HAUG
— *Cotteswoldiae* S. S. BUCK.	*Paroniceras sternale* D'ORB.
— *Bingmanni* DENCKM.	*Phylloceras heterophyllum* SOW.
— *fallaciosum* BAYLE	*Grammoceras toarcense* D'ORB.

La même superposition, avec un faciès à peine différencié et une faunule presque identique, existe en amont de Joussé sur la rive gauche du Clain où j'ai récolté de magnifiques exemplaires de *Phylloceras Nilsoni* HÉBERT, dans la vallée de la Vienne aux stations de Gouex et de Queaux, au Nord de Saulgé et en certains points de la Charente où les marnes bleuâtres à *Pseudogr. pedicum* S. S. BUCK. et *Phylloceras* sp. passent latéralement à un ensemble où domine *Grammoceras toarcense* D'ORB., en accusant localement, par suite de la stérilité de certaines assises, une lacune

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

apparente de la zone suivante à *Pseudogrammoceras Struckmanni* DENCKM.

Néanmoins, la zone à *Pseudogrammoceras pedicum* S. S. BUCK. est très caractéristique et largement développée dans le centre du détroit où elle paraît correspondre à la base de la zone à *Pseudogrammoceras expeditum* S. S. BUCK. défini par Monestier dans le Toarcien supérieur du Sud-Est de l'Aveyron.

Zone à *Pseudogrammoceras Struckmanni* DENCKMANN.

L'étude détaillée des différents affleurements à *Grammoceras toarcense* D'ORB. et la recherche de nouveaux gisements fossilifères m'ont amené à distinguer un nouvel horizon caractéristique constitué presque exclusivement par 1,5 à 2 m. de marnes bleues légèrement sableuses contenant de nombreuses petites Ammonites ferrugineuses parmi lesquelles prédomine *Pseudogr. Struckmanni* DENCKM. dont certains échantillons, très fragiles et très difficiles à dégager, atteignent exceptionnellement 75 et même 80 mm. de diamètre.

La position de cette zone au-dessus des trois précédentes peut être précisée dans les gisements précités de la Bournigale et en amont de Joussé où les marnes bleues renferment, avec l'Ammonite caractéristique de ce niveau, les espèces suivantes :

Pseudogrammoceras Bingmanni DENCKM.	*Pseudogrammoceras Muelleri* DENCKM.
— *doerntense* DENCKM.	— *Pachu* S. S. BUCK.
— cf. *fallaciosum* BAYLE	*Phylloceras heterophyllum* SOW.
— *latescens* SIMPSON.	*Cotteswoldia distans* S. S. BUCK.

Avec une extension géographique aussi grande que celle des précédentes zones, cette importante assise existe au Sud de Ligugé, à Iteuil, Laversé, à 1,5 km. au Sud d'Iteuil, rive droite du Clain, à Vivonne, aux principales marnières de la vallée de la Vienne (La Rallerie). Mais on en retrouve à peine l'indication en de très rares points sur la rive droite de la Charente (Moulin de l'Asnière au Nord d'Asnois) où certains bancs marneux, à cassure variablement polyédrique, contiennent des fossiles presque impossible à extraire sans les endommager gravement et ne renferment guère que *Gram. toarcense* D'ORB.

Zone à *Hammatoceras insigne* SCHÜBLER.

Cette assise qui avait été observée par J. Welsch dans la vallée de la Vonne ainsi qu'au Pont de Mezeaux et que j'ai signa-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

lée en aval d'Iteuil[1] est souvent difficile à distinguer dans les affleurements toarciens.

De plus, contrairement à mes observations antérieures, ce niveau apparaît seulement comme l'horizon subterminal de l'étage.

Zone à *Phlyseogrammoceras dispansum* Lycett.

Sensiblement au-dessus des cinq zones ici brièvement décrites, il est possible d'introduire un autre horizon parmi ceux de la série proposée par J. Welsch.

En effet, en revisant les affleurements de la base de l'Aalénien, partout où il est possible de les étudier dans la Vienne, j'ai observé que, si les limites inférieures de cet étage sont si peu précises au point de vue pétrographique, il existe par contre au-dessus des marnes de la zone à *Hammatoceras insigne* Schübler une assise remarquable de marnes schisteuses grisâtres moins ammonitifères que celles qu'elles recouvrent, puissantes d'à peine quelques décimètres seulement, et renfermant principalement *Phlyseogrammoceras dispansum* Lycett associé à *Cotteswoldia distans* S. S. Buck. et *Polyplectus discoides* Ziet. qui semble toutefois prédominer vers la base de l'assise où remontent les derniers et rares *Hammatoceras insigne* Schübler.

A la Bournigale, à Mezeaux, en divers points de la vallée du Clain en amont de Ligugé, cette zone est représentée par des marnes grises à la base desquelles on trouve surtout *Polyplectus discoides* Ziet., puis nettement au-dessus il y a une prédominance marquée de *Phlyseogrammoceras dispansum* Lycett avec quelques exemplaires de *Lytoceras Trautscholdi* Oppel, *Paroniceras sternale* d'Orb. qui s'étend à tout le Toarcien supérieur, *Pseudogr. Muelleri* Denckm., *Phlyseogrammoceras metallarium* Dum.

Toutefois, dans la vallée de Mezeaux ainsi qu'à Laverré, il existe par places, cantonnées exclusivement vers la région moyenne de l'assise, un certain nombre d'espèces très voisines de *Hildoceras Grünowi*, la forme typique de Dumortier, que l'on serait tenté de prendre ici comme type caractéristique d'une sous-zone intermédiaire. Mais alors il faudrait tenir compte d'une subdivision à *Polyplectus discoides* Ziet., dont la fréquence est tout aussi remarquable à un niveau déterminé, et cette complication me paraît pour le moment sans nécessité im-

1. P. A. Gillard. Revision de la F. de Poitiers au 1/80.000e. *B.S.C.G.F*, N° 197, 1938.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

médiate. La partie supérieure de cet ensemble passe graduellement aux marnes à *Dumortieria radians* Rein. (constituant localement le premier horizon inférieur de l'Aalénien) et peut présenter alors à la limite même des deux étages supérieurs du Lias un complexe faunique des plus gênants pour délimiter avec précision les zones en contact, lorsque l'un ou l'autre des horizons limites se trouve réduit ; ainsi aux environs de Vivonne et dans la vallée de la Vienne (La Rallerie) où l'Aalénien débute par des marnes à *Dum. radians* Rein. au-dessous desquelles il est difficile de séparer nettement la zone à *Hamm. insigne* Schüb. alors représentée par une assise marneuse très mince où l'on rencontre l'association, d'ailleurs rarissime, de l'Ammonite caractéristique et de *Phlyseogrammoceras*, tellement abîmé qu'il est impossible de tenter une détermination.

Ainsi, indépendamment de la zone à *Phlyseogrammoceras dispansum* Lycett, terminant la série toarcienne, comme je l'avais laissé incidemment supposer à l'occasion d'une très brève contribution à l'étude du Lias de la feuille de Poitiers[1] on peut distinguer entre la zone à *Haugia variabilis* d'Orb. et l'horizon à *Hamm. insigne* Schübl. une succession de quatre zones importantes, très nettes en plusieurs points du seuil, et que l'on peut espérer retrouver en d'autres stations, bien que, par suite probablement d'un phénomène d'abrasion contemporain de la sédimentation, il y ait eu en de nombreuses localités, disparition partielle ou totale de certaines assises et même parfois mélange de faunes successives.

On remarquera que je n'ai pas fait allusion au niveau à *Grammoceras toarcense* d'Orb. (N° 4 de Welsch), non plus qu'à celui de *Lytoceras jurense* Ziet. En effet, les *Lytoceras*, espèces bathyales, n'ont dû apparaître que fort irrégulièrement parmi les genres d'Ammonites qui se développaient dans les eaux relativement peu profondes et y composaient presque toute la partie faune.

C'est pourquoi je ne suis pas d'avis d'introduire dans une chronologie détaillée du Lias supérieur une zone à *Lytoceras jurense* Ziet., car cette Ammonite me paraît avoir une extension verticale beaucoup trop grande pour être attribuée à un niveau limité d'une assise déterminée. D'ailleurs, certains auteurs font succéder *Lytoceras jurense* Ziet. à *Hildoceras bifrons* Brug. et lui attribuent une extension verticale variable. D'autres le si-

1. Contribution à l'étude du Lias de la feuille de Poitiers, *Bull. S. C. G. F.*, n° 198, *C. R. Coll. camp.*, 1937, p. 109.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

gnalent dans la zone même à *Hild. bifrons* Brug. et Eug. Eudes-Deslongchamps le place même dans la partie supérieure du Toarcien inférieur à *Harpoceras falciferum* Sow. ; tandis que Sydney S. Buckman l'a observée jusqu'à l'assise à *Dumortieria radians* et l'étend à tout le groupe de Yeovil [1]. Dans le Centre-Ouest, J. Welsch [2] crut devoir lui faire correspondre l'assise des marnes à *Gramm. dalense* Ziet.

Quant à *Gramm. toarcense* d'Orb., cette espèce ne m'a jamais déçu ; car, malgré les difficultés que présente toujours l'étude stratigraphique des formations sans discontinuité lithologique, il m'était tout de suite apparu que la zone qu'on lui avait attribuée était trop artificielle et devrait être reconsidérée en raison même des variations de l'espèce caractéristique et de l'irrégularité de toute sa fréquence aux principaux niveaux où elle s'est développée.

J'ai déjà fait remarquer que Wright assimile *Gramm. toarcense* d'Orb. à *Pseudogrammoceras striatulum* Sow. D'autres auteurs font l'inverse et il faut convenir qu'à côté de formes typiques conformes à l'espèce de d'Orbigny (côtes fortes et nettement séparées) il existe de nombreuses autres formes de passage à *Pseudogr. striatulum*, dont certaines présentent de curieuses affinités avec *Pseudogramm.* (*Hildoceras*) *quadratum* Haug. Cet auteur [3] comprenait d'ailleurs dans sa synonymie *Amm. thouarcensis* d'Orbigny qui lui-même, après avoir établi cette espèce en 1843 [4], crut devoir la rapporter ensuite à *Amm. comensis* von Buch, 1831, citée p. 245 du Prodrome sous le n° 30 du 9e étage toarcien.

Répartie dans tout le Toarcien supérieur, l'espèce de d'Orbigny présente de notables variations de développement et de fréquence, suivant les horizons.

Caractéristique du Yeovil inférieur, elle débute généralement par de rares exemplaires très petits dans les assises terminales de la zone à *Haugia variabilis* d'Orb. Peu répandue dans l'horizon à *Pseudogramm. striatulum* Sow., elle se propage irrégulièrement ; mais dans certains gisements elle paraît présenter son principal développement, ainsi dans les assises à *Haugia Eseri* Oppel et à la base de la zone à *Pseudogrammoceras pedicum*.

1. S. S. Buckman, Jurassic chronology. I. Lias, *Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. LXXIII, pl. 4, 31 déc. 7919, p. 283.
2. *Op. cit.*, p. 827.
3. Haug, Beitr. z. einer Monographie der Ammonitengattung *Harpoceras*. Stuttgart, 1885, p. 58.
4. d'Orbigny, Paléontologie française. Terrains jurassiques, I, p. 222, pl. 57.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Elle devient ensuite très rare dans les couches à *Pseudogrammoceras Struckmanni*, bien qu'à plusieurs stations on puisse en recueillir exceptionnellement de nombreux spécimens très caractéristiques à ce même niveau. Ces divergences justifient donc suffisamment le choix d'autres espèces moins variables, pour caractériser et préciser les différents horizons, dont l'extension se produit sur le versant méridional du seuil de Poitiers par une série homogène de six faunes successives d'Ammonites :

f) horizon à *Phlyseogr. dispansum* Lycett
e) » *Ham. insigne* Schübler
d) » *Pseudogr. Struckmanni* Denckmann
c) » *Pseudogr. pedicum* S. S. Buckman
b) » *Haugia Eseri* Oppel
a) » *Pseudogr. striatulum* Sowerby.

Description du gisement de la Bournigale.

L'affleurement de la Bournigale[1] se trouve sur la rive droite du Clain à 1 km. 2 à l'Est de Ligugé et à quelque distance du pont de bois sur lequel la route conduisant à Smarves franchit la rivière.

Par suite du relèvement anticlinal de Ligugé, l'ensemble des affleurements liasiques se trouve porté à une hauteur inaccoutumée dans cette région ; leur substratum cristallin s'élevant lui-même en certains points à 15 m. au-dessus du niveau de la rivière. Le prolongement de la granulite schisteuse qui constitue la masse principale du barrage cristallin de Ligugé est recouvert de calcaires doméricns gris-brun, durs, transgressifs, surmontés eux-mêmes par les premières assises des calcaires marneux éotoarciens avec les trois zones classiques à *Harpoceras falciferum* Sow., *Hildoceras bifrons* Brug., *Haugia variabilis* d'Orb.

Cette dernière zone est représentée par 1 m. de calcaire marneux gris-bleuâtre dont la partie supérieure accuse un niveau à *Harpoceras bicarinatum* Zieten passant graduellement aux premières assises du Toarcien supérieur dont l'ensemble présente la succession suivante sur 6-7 m. :

1. Calcaire marneux grisâtre à *Pseudogr. striatulum* Sow. 0,8 à 1 m.
2. Strate de calcaire marneux gris-jaunâtre, géodique à *Haugia Eseri* Oppel. 0,5 m.
3. Marnes schisteuses gris-bleuâtres à *Pseudogr. pedicum* S. S. Buch. 2 m.

1. Territoire de la Commune de Smarves ; feuille de Poitiers au 1/80.000e n° 143.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

4. Marnes gris-bleuâtre, friables, à *Pseudogrammoceras Struckmanni* Denck. 1,7 à 2 m.
5. Calcaires marneux jaunâtres à *Hammatoceras insigne* Schübler. 0,5 m.
6. Marnes grises à *Phlyseogram. dispansum* Lycett. 1 m.

Cette dernière assise est surmontée par des marnes sableuses jaunâtres à *Dumortiera radians* Reinecke.

Conclusions. — Ces observations constituent un progrès notable sur les notions précédemment acquises quant à l'histoire des mers du Lias dans le Centre-Ouest de la France.

Dans la série des formations comprises entre les calcaires marneux à *Haugia variabilis* d'Orb. et les marnes schisteuses à *Inoceramus dubitus* Sow., où apparaît le genre *Dumortieria*, première indication de l'Aalénien, là où J. Welsch n'avait cru devoir distinguer que deux zones caractéristiques, j'ai pu reconnaître six horizons distincts constituant une série remarquable, malgré sa puissance plutôt réduite et qui, par la variété et la richesse de sa faune d'Ammonites, peut être regardée comme un des types les plus complets et les plus caractéristiques du Toarcien supérieur.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XVIII

1. (484) *Pseudogrammoceras striatulum* Sow. × 1.
   La Bournigale.
2. (488) *Pseudogrammoceras pedicum* S. S. B. × 1.
   La Bournigale.
3. (487) *Phlyseogrammoceras dispansum* Lycett × 1.
   La Bournigale.
4. (485) *Haugia Eseri* Oppel × 1.
   La Bournigale.
5. (486) *Pseudogrammoceras Struckmanni* Denckmann × 1.
   La Bournigale.
6. (491) *Paroniceras sternale* d'Orb. × 1.
   La Bournigale.
7. (490) *Paroniceras sternale* d'Orb. × 1.
   « Le bec des deux eaux » commune de Payroux (Vienne).
8. (489) *Phylloceras Nilssoni* Hébert. × 1.
   La Bournigale.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Contribution a l'étude géologique des lamidats de Boubandjidda et de Bibemi (Cameroun septentrional)

(*2e Partie.*)

par **René van Aubel**[1].

Une note antérieure étudie la géologie générale et les sédiments de cette portion du Cameroun (I)[2]. La présente publication a trait aux roches ignées et à quelques gisements aurifères découverts dans cette région.

LES GRANITES

Les granites du Boubandjidda et du lamidat de Bibemi forment l'extension occidentale du massif granitique de Yadé, de l'A.E.F. (II). Comme nous le mentionnons ailleurs (I), les granites GI à GIII injectent les couches de Muva-Ankole et sont donc postérieurs à ces couches.

1) Granite amphibolo-biotitique GI.

a) Faciès Bila-Koum.

Ce granite, à l'Est de Rey-Bouba, est une roche claire et mouchetée. Elle renferme du quartz vitreux, des feldspaths gris verdâtres[3], des biotites ségrégées, des amphiboles vert pré, quelques phénocristaux d'amphibole noirâtre et des cristaux isolés de pyrite hématisée. La roche est fréquemment épidotisée (? autopneumatolyse). La composition oscille de celle des granites hornblendiques leucocrates à celle des diorites. On n'observe, en général, aucune orientation des constituants ; toutefois, au maïo Manelboue apparaît une disposition rubanée *locale* —

1. Note présentée à la séance du 5 juin 1939.

2. Les chiffres romains ont trait aux publications mentionnées au chapitre « bibliographie ».

3. Pour nous rendre compte de la proportion relative des divers feldspaths inclus dans les roches, nous avons fait usage, à diverses reprises, de la méthode colorimétrique de A. Johannsen et C. A. Merritt (*Journ. Geol.*, vol. 34, 1926, n° 5, p. 462).

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

éléments fémiques ségrégés — spécifique des zones cisaillées, que soulignent des injections lit-à-lit de filets plus clairs (granite rosé GIII). L'âge relatif des deux venues granitiques est ainsi fixé.

A l'Ouest de la Manelboue, ce granite apparaît en massifs (maïo Loungabani, maïo Ria). Il y renferme des enclaves anguleuses de granodiorite et de diorite, sans doute, des débris de la croûte de première consolidation, disloquée et remaniée, de l'intrusion granitique. Ces massifs sont recoupés par des filons de granite gris GII, où la biotite est subordonnée (D= N 20° E). Les éléments du granite GI, aux abords des intrusions GII, ne présentent aucune orientation. On note cependant, dans la masse GI, des traces de dislocations linéaires (shear zones) suivant lesquelles le granite est écrasé, se charge de séricite et de mica verdâtre.

De la Manelboue à la Longabani, l'acidité de GI croît insensiblement. Sur les rives de la Longabani, les amphiboles disparaissent et la proportion de biotite diminue notablement. Ce type granitique domine jusqu'au confluent Ria-Bidjou. Çà et là apparaissent des faciès monzonitiques. A l'Est de la Longabani affleurent les sédiments métamorphisés, d'âge Muva-Ankole, qu'injecte largement le granite GI. On observe également, dans GI, des filons de microgranites et de quartz laiteux. Enfin, point important pour la séquence des intrusions granitiques régionales, le passage progressif du granite GI (faciès Bila) au granite GI non porphyroïde (faciès de l'Hossere Ngoï) s'observe en bordure de la Dedoue.

b) *Faciès de l'Hossere Ngoï* (Boubandjidda).

Ce granite affleure, sur de larges étendues, entre le maïo Lidi et la frontière de l'A. E. F. Il nous fut donné de l'étudier plus spécialement à l'Hossere Ngoï, près du village de Weimba (Beimba).

Le granite de l'Hossere Ngoï est une roche de granulation moyenne, où les feldspaths sont légèrement plus volumineux que les autres constituants. Le quartz et les éléments fémiques (biotite, amphibole) s'y rencontrent en proportions sensiblement équivalentes. Le feldspath est de deux sortes : un type calco-sodique gris verdâtre et une variété potassique de couleur chair ; ce dernier seul développe des phénocristaux, parfois volumineux (5 cm.), intacts ou corrodés, localisés à certaines portions bien définies du massif de Ngoï. Sauf aux abords de xénolithes,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

le faciès gneissique n'a été observé nulle part. En revanche, il existe assez fréquemment une orientation locale (D = N 30°-40° E, i = NW 80°, à Weimba) des constituants ; elle paraît intéresser exclusivement la variété non porphyroïde de GI. Un faciès *pseudo*-gneissique, compliqué de plis ptygmatiques locaux, se rencontre toutefois, dans GI, si un lacis serré de filonnets postérieurs GIII vient à le recouper (village Nganadje et village Madingi).

Les variétés porphyroïdes et équigranulaires de GI existent, dans le massif de Ngoï, en proportions sensiblement égales. On voit la roche porphyroïde former des bandes, ou des filets simulant des « flammes », dans la masse du granite équigranulaire ; mais la présence de filons de l'une des deux variétés dans l'autre n'a été constatée nulle part.

Conclusion : les variétés porphyroïdes et équigranulaires sont consanguines et contemporaines, le type équigranulaire étant légèrement antérieur au type porphyroïde. Le granite de Ngoï présente, d'ailleurs, des variations sensibles de grain et de composition, sur des espaces restreints ; une tonalite chargée de sphène, et des types dioritiques et syénitiques ont été reconnus dans le massif de Ngoï.

Les faits suivants mettent en évidence le caractère *intrusif* du granite GI :

1. La présence dans ce granite d'enclaves gneissifiées (V) de la série de Muva-Ankole, et les actions métamorphiques que ce granite développe, dans les mêmes couches, vers le contact (I).
2. La fréquence et la puissance croissante des filons de granite GI dans les mêmes couches, à mesure que l'on approche des contacts.
3. Entre Weimba et Djoubow, la présence de volumineuses enclaves xénolithiques du Complexe basal (V), dans le granite GI (I).

L'étude des contacts et celle des zones bourrées d'enclaves, illustrent, pour GI, les deux modes d'intrusion classiques :

1. Attaque, puis écroulement de la couverture sédimentaire (stoping), suivis de l'assimilation partielle ou totale des paquets sédimentaires disloqués.
2. Expansion latérale et injection lit-à-lit des sédiments, parfois à une distance appréciable de l'intrusion majeure.

Le massif de Ngoï forme un large *dôme*, dominant la contrée ; on l'aperçoit à plus de 30 km. Aussi peut-on douter de l'objectivité d'une classification des granites camerouniens en *dômes granitiques* et *granites intrusifs*, telle que la formule le service géologique local (IV). Ici, comme ailleurs, il convient de

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

s'en tenir à la classification en « granites profonds » et « granites intrusifs », telle que l'envisagent A. Demay[1] et E. Raguin[2].

Entre les villages Laoua et Gohr, non loin de la frontière de l'A. E. F., le granite GI (faciès de Ngoï) est tantôt équigranulaire et normalement biotitique, tantôt de granulation plus fine, à phénocristaux de feldspath rosé, plages de quartz idiomorphe et phénocristaux occasionnels de hornblende. On observe dans le granite GI des filonnets d'un granite aplitique (quartz et feldspath rosé), de structure graphique. Le sens d'écoulement de GI, marqué par l'orientation des constituants, celle des ségrégations protogènes et des enclaves xénolithiques, varie assez bien dans la région Ngoï-Nganadje. Ainsi, marchant du Nord au Sud, on lit à Weimba : D = N 30°-40° E ; i = NW 85° ; vers Gwehingou, D = N 30° E, et au Sud de ce village D = N-S à N 10° W ; au Sud de Gwehingou, en bordure de la Gadiou : D = N 70° W, et au village Madingi : D = N 40° E ; i = SW 50° ; au passage du maïo Lidi : D = E-W ; i = N 70° ; aux abords de Nganadje : D = N 50° E ; i = subvertical.

Zone Rei-Gaba (Boubandjidda). En bordure du maïo Zimsore, à 2 km. au Sud de Gaba, le granite GI est plus basique que de coutume ; il renferme peu de quartz, mais une biotite abondante, en grandes lamelles parfois ségrégées et orientées (D = N 60° E). Le même granite, à tendances basiques, affleure au Nord de Gaba, en bordure du maïo Louli (D = E-W ; i = N 50° E). Dans toute la région, GI est recoupé par des filons de porphyres quartzifères (microgranites) rouges (D = N 70° W), et des felsites de même couleur.

Les granites régionaux présentent souvent, aux affleurements, un faciès pseudo-gneissique : les éléments du granite étant orientés, l'altération superficielle accentue la structure et l'on croit à une fissilité, en fait inexistante. Bien que rubanée, la roche est compacte. Sans doute faut-il attribuer à des méprises de ce genre les mentions portées sur certaines cartes récentes : la proportion de granite l'emporte nettement, ici, sur celle des gneiss (pararoches), et non l'inverse.

c) *Faciès Doukourom-Bani* (Bibemi et Boubandjidda).

Variété porphyroïde et de grains plus volumineux du granite de Bila-Koum. Les éléments fémiques tendent à se ségréger. Le faciès gneissique paraît localisé aux abords immédiats des

1. *Bull. Soc. géol. France*, 1927, p. 315 ; 1932, p. 690 ; 1936, p. 165-180.
2. *Idem*, 1930, p. 65.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

xénolithes qu'enrobe le granite, et suivant certaines zones de faiblesse que caractérisent de nombreux filons GII et GIII, de pegmatites et de porphyres quartzifères : maïo Bani, maïo Madouri, maïo Adi.

Dans ces granites se voient des enclaves d'un granite de même composition minéralogique quantitative, mais de granulation beaucoup plus fine ; sans doute, un faciès de première consolidation (V).

Conclusions : Le passage graduel du type Bila au faciès de Ngoï s'observe sur les faces orientale et occidentale du synclinal schisteux de Lidi-Bidjou. Ces deux intrusions sont contemporaines et consanguines. Les granites de Doukouroum-Bani passent, vers le Sud-Est, aux granites de Bila-Koum par l'intermédiaire d'une variété de granulation moyenne et de composition plus acide. Cette dernière, sous forme de différenciation locale, affleure, en divers points de la zone Tshina-Bani et dans le massif de Gombaïré.

2) Granite biotitique leucocrate GII.

C'est un granite à petits grains, peu biotitique, renfermant de petits phénocristaux de feldspath blanc. Les éléments constitutifs ne sont pas orientés. Plus acides et de granulation plus fine que les granites GI, ces granites GII renferment une profusion de ségrégations acides et pegmatitiques, mais fort peu de ségrégations basiques. Une variété de teinte crème renferme les deux micas et passe à la granulite. Ailleurs, c'est une roche d'un blanc laiteux, peu micacée (biotite), à tendance pegmatoïde, enrobant de petits zircons bruns.

Au Sud-Est de Weimba, GII jette des apophyses dans GI, et renferme des enclaves de ce granite GI. Il est recoupé, à son tour (maïo Wahom), par des dykes de porphyres quartzifères (microgranites) orientés D = N 70° W. A Ngwehingou (maïo Sena-Bong), le granite GII développe dans GI des filons orientés D = N 10° W et D = N 50° W, qui rejettent des filons (D = N 50° E) de microgabbro.

Au Nord de Rey-Bouba — maïo Madouri — le granite GI est disloqué par de nombreux filons et dykes de granulites et de pegmatites muscovitiques, dérivées de GII. — Au Sud du même poste le granite GII, *intrusif* dans les gneiss de la Djempa, présente une structure fluidale (D = N 45° E). Dans cette région, GII renferme occasionnellement des amphiboles noirâtres ou, tout comme les roches volcaniques, des cristaux de feldspath lamellaires.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Zone de Madjouhala (Bibemi). Dans cette zone se voient, mêlés aux granites GII, des affleurements assez abondants de roches basiques : diorites quartzifères, syénites, minettes, gabbros. Nous les considérons comme les avants-coureurs de l'intrusion granitique GII, pour les raisons suivantes :

1. Le granite GII forme, dans ses roches basiques, des amas et filons (maïo Kalanaredou) et en contient des enclaves (V), au maïo Maha.
2. En bordure des maïos Poutshou et Maha, affleurent des dioritogabbros injectés de granodiorite. L'ensemble est disloqué par des filons GII (D = N 60° E).

Près de Madjouhala, des fractures curvilignes, gauchies ou planes, affectent les granites GII et les roches basiques précitées. Les stries observées font, avec l'horizontale, un angle de 75° pied ouest. — Sur la rive droite de la Maha (village Lelbe), trois passées de granite GII, dans les roches basiques) sont transformées en un schiste cristallin jaunâtre, feuilleté, localement fibreux (D = E-W ; i = L 70°), sectionné de joints rapprochés (D = N-S ; i = 60° E ou 60° W). La roche basique encaissante, plus tenace, ne porte pas trace de cataclase. — Au confluent Maha-Bidé, GII est sillonné de filons GIII, d'intrusions de pegmatite graphique rose et de pegmatite crème. — Au village de Madjouhala, nous avons observé le remaniement d'une pegmatite graphique, dérivée de GII (feldspath crème et quartz vitreux) par une venue de quartz laiteux. — Il existe des « pegmatites » de diorite, en bordure du maïo Kalamaredou.

Bassin de la Louwa (Bibemi). En aval du confluent de la Longere, les granulites GII et les pegmatites de la Louwa granulitisent, à leur contact, les micaschistes du Mouva-Ankole.

3) Granite acide rose GIII.

De composition et de texture peu constantes, ce granite est, en général, de granulation moyenne ou finement grenu. Il contient deux types de feldspath ; une variété rouge brique, dominante, et une variété blanche, porcelanique, moins répandue. D'habitude, la teneur en feldspath est plus élevée que celle du quartz, d'où un faciès syénitique par réduction importante de ce dernier minéral. Peu chargée de biotite, rarement muscovitique, la roche affecte localement le faciès aplitique, euritique, voire microgrenu. On éprouve quelque difficulté, dans ce dernier cas, à tracer sur le terrain la limite entre les granites rosés et

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

es microgranites (porphyres quartzifères) dérivés et de même teinte. Parfois les lamelles de biotite tentent de se ségréger ; ailleurs, une amphibole noire remplace ou accompagne la biotite (village Ngwehingou).

On rencontre dans le massif de Ngoï, des filons pegmatoïdes GIII, sans biotite ou très pauvres en mica. Également, des ségrégations pegmatoïdes dont la masse centrale, formée de quartz et de feldspath, s'entoure d'un mince liséré de lamelles de biotite. Dans le même massif s'observe une variété filonienne, microgrenue à felsitique, et fort quartzeuse de GIII. A l'Ouest du massif de Ngoï, le granite GIII s'insinue entre GI et la couverture schisteuse du maïo Ria ; les apophyses, branchées sur le dyke principal, s'éparpillent à la fois dans le schiste et le granite encaissant.

Certaines aplites GIII renferment de la tourmaline ou de petits zircons bruns. Un faciès porphyroïde, qui prend une grande extension au Sud de Djoubow, se voit aussi sur la rive gauche de la Haute Bénoué.

Entre les villages Laoua et Ngwendasou, on voit une syénite rougeâtre, aux biotites ségrégées, développer des filons et amas dans le granite GIII ; le sommet Goue-Ngwendasou est formé de cette roche. En bordure de la Laoua, des plages de granite GI (éléments orientés : D = N 10° E), enclavées dans GIII, sont recoupées par des filons GIII (D = N 10° W ; D = N 50° E).

Au Nord de Rey, sur les rives du maïo Madouri, le granite GI est recoupé par des pegmatites *composites*. Non micacées, ces pegmatites sont formées d'une masse pegmatitique *crème*, moyennement grenue, où se distinguent des traînées rouge brique de granite graphique (quartz et feldspath *rouge*). Ces traînées se localisent aux épontes ou au centre des filons. Une étude attentive montre qu'il s'agit de filons de pegmatite crème GII, disloqués, puis injectés à leur tour par la pegmatite GIII. Ces pegmatites composites se rencontrent également plus au Nord, vers le maïo Lomba et dans le bassin de la Louwa. En bordure de la Madouri, les filons GII et GIII sont orientés : D = N 70° E ; vers la Baskodje, on lit : D = N 30° W — sans doute, un réseau de filons orthogonaux. Signalons la présence de la strüvérite (rutile tantalifère), dans les alluvions du maïo Madouri.

Dans la partie sud-occidentale de la région étudiée, au pied sud-ouest de l'Hossere Balda, le contact entre GIII et les gneiss est marqué par l'abondance des intrusions porphyroïdes, un faciès pegmatoïde local et la présence, dans la roche, de petits fuseaux fémiques (D = N 30° W). A l'Ouest de l'Hossere

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Garna, le faciès porphyroïde de GIII est assez largement développé. Dans une masse holocristalline, aux petits éléments, se voient une profusion de phénocristaux de quartz vitreux ou opalin et de feldspath porcelanique blanc. Ces phénocristaux forment les deux tiers de la roche et ne sont pas orientés ; la structure reste granitique. On note la présence d'un faciès porphyroïde.

4) Porphyres quartzifères (microgranites) et Porphyrites.

Ces roches apparaissent, en filons, dans toute l'étendue de la contrée étudiée. Le faciès, la texture et la composition des porphyres quartzifères varient dans des limites assez étendues. Un type assez commun renferme une proportion variable de phénocristaux de feldspath rouge brique et de phénocristaux de quartz bipyramidé vitreux (quartz-feldspar porphyry des Anglo-Saxons). Ces phénocristaux tranchent sur la pâte felsitique, de tons gris à gris rougeâtre. De ci de là apparaît un phénocristal de hornblende noire. Des paillettes d'oligistes et des cubes de pyrite se voient également dans ces roches.

Un autre type, plus quartzeux, est de teinte grisâtre, de cassure esquilleuse (quartz porphyry). Dans la pâte microgrenue apparaissent des plages quartzeuses (quartz-eyes), ou de nombreux phénocristaux de quartz bipyramidé, quelques phénocristaux de feldspath porcelanique et de rares lamelles de biotite.

D'autres affleurements se distinguent des deux précédents, tantôt par la présence de phénocristaux de feldspath au lieu de phénocristaux de quartz, tantôt par la composition plus feldspathique de la pâte de fond (feldspar porphyry). Les variétés renfermant des phénocristaux passent aux felsites, par diminution progressive du nombre et de la taille des phénocristaux ; mais on observe aussi le passage brusque de l'une à l'autre variété sans qu'aucune action, à la périphérie de l'une d'elles, permette de conclure à un contact mécanique ou intrusif. De même, les apophyses, dykes ou amas irréguliers de porphyres quartzifères rouges passent latéralement au granite GIII à petits grains, ou à la variété porphyroïde de ce granite GIII.

Moins répandues que les porphyres quartzifères, les porphyrites ne laissent pas de présenter également de nombreuses variétés pétrographiques. Ces roches passent à des roches holocristallines, à grains fins, du type gabbro ou lamprophyre. Ce sont là, semble-t-il, des phases primitives du magma effusif. Les unes et les autres développent, dans GIII, des filons parallèles.

A) *Boubandjidda.* Les gneiss de la zone Weimba-Djoubow

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

sont recoupés par des filons de microgranite rougeâtre (D = N 30° E et D = N 70° W). Les porphyres quartzifères, à phénocristaux de feldspath rouge, sont fréquents entre Djoubow et Laoua. En bordure du maïo Laoua ce sont au contraire les variétés à phénocristaux de quartz bipyramidé qui dominent. Dans ces régions, GIII est recoupé par de nombreux filons de porphyres quartzifères rougeâtres et par un réseau de filons de microgabbros et de porphyrites gris vert (D = N 20° W ; D = N 40° E ; D = N 70° E).

Aux abords du sommet Goue-Ngwendasou, des filons de porphyres quartzifères rougeâtres, bréchés et cimentés par un quartz pailleté d'oligiste spéculaire et de chlorite, et des filons de porphyres quartzifères blanc grisâtre, se voient dans les granites GIII. A hauteur du maïo Bong (Nwehingou), des gneiss du Complexe basal sont disloqués par de gros filons de porphyres quartzifères rouges ; les esquilles, enlevées aux épontes, subsistent à l'état de traînées fémiques dans le porphyre.

Au Sud de la Lidi, les collines Ngaou Kolombou et Mbang sont formées de microgranites rosés. Entre le sommet Mbang et le village Nganadje, affleurent une série de porphyres dont la basicité croît du Nord au Sud, en même temps que la teinte de la pâte s'assombrit, que la proportion et la taille des phénocristaux d'amphibole et de biotite augmentent. Aux abords de Nganadje on trouve des porphyrites gris verdâtre. Ces roches passent à une syénite porphyroïde, finement grenue, dont les phénocristaux feldspathiques, plus résistants, confèrent aux affleurements l'aspect des nagelfluhe. Des filons de felsite leucocrate disloquent ces syénites et les porphyrites associées. Au Sud-Ouest de Nganadje, on rencontre encore pas mal de porphyres et de porphyrites, près des maïo Mangandania, Madenge, et sur le versant nord du Goue Houkou.

A l'Est de Rey, près du maïo Loungabani, se voient des schistes métamorphiques recoupés par de gros filons de porphyrite bréchoïde et bigarrée, à phénocristaux de feldspath rosé. La même roche se rencontre sur la Lidi, en amont du passage de la route Rey-Weimba.

Dans la région comprise entre Doukouroum et le maïo Baskodje, le massif GI est sillonné de filons et de dykes de microgranites, jaunâtre à gris de fer, de texture felsitique et de cassure conchoïdale. Aucune structure fluidale n'est microscopiquement discernable. Un porphyre trachytique, gris cendré ou gris brun suivant les filons, affleure dans la même région. Ces intrusions sont orientées : D = N-S ; D = N 70° E ; D = N 45° W.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Entre la Tshina et la Kwalese affleure un porphyre quartzifère lie de vin (D = N 10° W), aux plages de quartz de contours irréguliers. Sur les bords de la Tshina, cette roche est de couleur gris bleuâtre. Aux environs de Djarindji, on rencontre de nombreux pointements de porphyres quartzifères blancs, felsitiques, de structure fluidale (D = N 30° W).

A l'Est de l'Hossere Lade (haute-Bénoué), de larges intrusions de microgranites rouges (D = N 70° W) disloquent les gneiss régionaux. La structure fluidale, très fine, est bien développée. Dans la même zone, aux bords de la Lenge, se rencontrent des porphyres quartzifères gris brun, enrobant des xénolithes ovoïdes vert noirâtre (? débris de cornéennes). Le contact, entre GIII et les gneiss, est marqué dans cette zone par l'abondance des intrusions porphyriques, et l'existence de tous les termes de passage entre le granite rosé et les microgranites rouges. On observe des porphyres quartzifères jaune clair et des porphyrites gris vert ou gris brun (structure fluidale localisée). Ces porphyrites passent à la plagioclasite. Toutes ces variétés de porphyres et de porphyrites sont postérieures au granite GIII, qu'elles recoupent. A hauteur de l'Hossere Balda, les granites GIII sont fort injectés de porphyres quartzifères, rouges ou jaunâtres (D = N 45° W); ces roches s'isolent en massifs indépendants ou correspondent à un faciès latéral de GIII. Entre les Hossere Balda et Garna, les microgabbros et des porphyrites vert noirâtre, antérieurs aux microgranites rouges, y forment des enclaves; parfois un filon de porphyrite en abrite un autre, formé de microgranite rougeâtre (filons composites). La séquence ignée est donc la suivante : granite acide rosé GIII — pegmatite rosée GIII — porphyrite — microgranite (porphyre quartzifère) à phénocristaux feldspathiques — porphyre quartzifère rouge, dépourvu de phénocristaux — porphyre felsitique blanc — veinules épidotiques.

Les porphyres quartzifères affleurent assez fréquemment entre Gaba et Tsholira (ou Tsholire). Ils y recoupent GI, GII et les gneiss régionaux. A 10 km. au NW de Gaba (maïo Lahinde), le granite CII est disloqué par des porphyres quartzifères rougeâtres et des felsites blancs ou jaunâtres (D = N 40° E). Un peu plus au Nord affleure un porphyre gris clair ou rosé, aux enclaves peu volumineuses de gneiss zonaire (un massif de gneiss zonaire point à 2 km. de là). Ces porphyres quartzifères sont souvent épidotisés. En somme, un petit massif de porphyres, aux nombreuses digitations, s'injecte entre les maïos Lahinde et Dimbaï, dans la masse du granite GI.

Des filons de roche porphyriques se rencontrent de ci de là,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

dans le bassin du maïo Louwa (Bibemi). Les orientations moyennes sont : D = N 70° E ; D = N 45° E ; D = N 10° W ; D = N 40° W.

5) Roches microlithiques récentes (II, p. 274).

Dans la région qui nous occupe, les roches de ce groupe sont représentées par des basaltes. Ils forment des filons, mais jamais des coulées, et sont surtout abondants dans la portion septentrionale de la contrée.

Ces filons ne traversent pas les grès tchadiens, et aucune action métamorphique n'a été constatée au contact des basaltes et de ces grès. L'âge relatif des basaltes est ainsi précisé.

On trouve quelques filons épars, à l'Ouest de Rey-Bouba et, à l'Est de ce village, sur la rive droite de la Longa. Ici, le basalte est une roche noirâtre, felsitique, à phénocristaux noirâtres de hornblende (0 à 1 cm.). Il existe quelques pointements de basalte au Nord de Dobinga, près du village de Widembare.

Dans le bassin de la Louwa, des basaltes vacuolaires affleurent au confluent du maïo Diwaï, près du village Biho.

A la pointe NW de la région étudiée (maïo Maha et Poutshou) se rencontrent, assez fréquemment, des filons de basalte et d'andésite. Ces roches sont apparentées aux culots volcaniques de Léré, à peine éloignés de 10 kilomètres.

6) Gîtes aurifères de l'Adamaoua septentrional.

Ce chapitre a trait à deux petits gîtes d'or hypogène, localisés à l'Est de Garoua. Le premier, situé dans le lamidat de Bibemi, se trouve sur la rive droite du maïo Louwa, à une quinzaine de kilomètres en amont du passage de la route Bibemi (Cameroun) à Pala (A. E. F.). Il borde la Koupadje, affluent de la Louwa, à hauteur de l'Hossere Ouacassobe. Moins important, l'autre gisement se rencontre sur la haute Bidjou (affluent de la Lidi), à 30 km. à l'Est de Rey-Bouba.

Gîte de la Koupadje. Les veines quartzo-aurifères de la Koupadje renferment de la tourmaline, associée à de petites quantités de pyrite et de mispickel. Elles font partie d'un réseau de fractures (D = N 40° E), comprenant des filons de granulite, de pegmatite à tourmaline ou à grenat, de tourmalinites micacées, de quartz tourmalinifères stériles. Les granulites renferment de petites mouches disséminées de mispickel. Ce réseau recoupe, de bout en bout, toute la zone schisteuse de la rive droite de la Louwa.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Les filons aurifères apparaissent à 2 km. à peine d'une petite bosse allongée (D = N-E) de granite biotitique leucocrate GII, satellite des intrusions étendues de l'Ouest, et dans le prolongement même de cette digitation. Ils sont enclavés dans une zone cisaillée, affectant des schistes micacés, d'âge Muva-Ankole (D = N 45°-60° ; i = NW 50°-60°), au voisinage du contact avec les quartzites ferrugineux de l'Hossere Ouacassobe. Dans les quartzites, les veines s'éparpillent en stockwerks stériles.

La localisation de ces veines est suggestive. Elles sont associées à deux structures spécifiques des filons d'or ancien : une « protubérance de dépression » granitique ; le contact hétérogène de roches brisantes (quartzites) et de roches plastiques (schistes). Le réseau de dykes et de tourmalinites indique l'existence du granite originel à faible profondeur. Étant donné leur association minérale, leurs particularités géologiques et morphologiques, ces veines peuvent être classées au nombre de gîtes hypothermaux (classification de W. Lindgreen). Aucune zone d'imprégnation ne semble les accompagner. Ces gisements constituent un cas particulier de ceux que P. Haugou [1] signale dans les régions de Garoua-Maroua et Namchis-Atlantika, ces derniers nous paraissent d'un type moins profond. Nos recherches dans la région indiquent la filiation suivante :

Granite GII leucocrate { quartz auro-mispickelifère à tourmaline / pegmatites tourmalinifères / pegmatites mispickelifères
Pegmatite muscovitique à grenat.
Quartz muscovitique grenatifère.

Les échantillons recueillis sont malheureusement trop oxydés pour qu'une étude, au microscope métallographique, puisse déterminer les relations entre l'or hypogène et les sulfures associés.

Gîtes du maïo Bidjou. Des restes de Brachiopodes et de Poissons, des dents de sauriens et des vestiges de végétaux, trouvés et signalés par les géologues allemands O. Mann et S. Passarge (III) dans les plages schisteuses de l'Hossere Biejar (environs de Binder) et de l'Hossere Ssaraouiel (proche de la première), ont permis de rapporter ces plages au Crétacé inférieur ou Jurassique supérieur. En revanche, la formation schisteuse du maïo Lidi et du maïo Bidjou n'a pas fourni de fossiles. D'une similitude — toute relative — de composition, entre les trois plages sédimen-

1. P. Haugou. Gisements aurifères du Cameroun, *VII^e Congrès intern. Mines et Géol. appliquée*, Paris, 1935, tome I, p. 41-44.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

taires mentionnées, E. Krenkel (III), sans se montrer bien affirmatif d'ailleurs, attribue au crétaco-jurassique la série schisteuse du maïo Bidjou. Nos recherches, dans cette région, incitent plutôt à rattacher les couches de la Bidjou à la série métamorphique du Muva-Ankole, définie par le Congrès des géologues africains de Kigoma, car :

1. La composition de cette série schisteuse diffère quelque peu de celle des deux bassins sédimentaires, qu'étudièrent Mann et Passarge. On n'y trouve, notamment, ni marbre noir, ni schistes bitumineux, charbonneux ou graphitiques.

2. Comme nous le signalons plus haut, les formations des Hosseres Bidjar et Ssaraouiel, renferment des fossiles. En revanche, les recherches des géologues allemands, et les nôtres, n'ont fait découvrir aucune trace d'organisme, même en des points peu métamorphiques de ces séries calcaro-grauwacko-schisteuses.

3. De haut en bas, la série sédimentaire du maïo Bidjou est formée des horizons suivants :

c. horizon calcareux.

b. horizon des grauwackes, quelques psammites et schistes argileux.

a. horizon quartzito-schisteux.

Aucune discordance ni assise conglomératique ne sépare ces horizons. Or, c'est là précisément l'ordre stratigraphique des couches formant, à l'Ouest, la plage métamorphique quartzito-schisteuse (*Muva-Ankole*) des régions de Poli et du maïo Bam. S'il n'était aventureux de tenter des raccords à distance, nous assimilerions volontiers l'horizon calcareux aux couches de Nsekelolo (Bas-Congo) et les deux horizons inférieurs aux couches de Bembizi, (III, p. 1110).

Vers la source du maïo Bidjou, les micaschistes (équivalents plus évolués des termes *a* et *b* précités) renferment des filonnets de quartz mispickelifères, localement chargés de tourmaline, et de minces zones d'imprégnation du même sulfure. Le géologue allemand E. Krenkel (III, p. 1278) en signale l'existence. Légèrement aurifères, ces gisements fournissent des paillettes d'or aux alluvions du maïo Bidjou.

Des dykes et filons de granite leucocrate GII, à peine micacé, affleurent à faible distance des veines décrites. Aucune trace d'or n'apparaissant à la périphérie des granites GI et GIII, bien représentés dans la contrée, où ils recoupent la même série schisteuse; il semble que la minéralisation doive être rapportée aux granites GII qui prennent une grande extension au N-W et sont associés génétiquement aux filons d'or de la Louwa (paragraphe précédent), à quelques 30 km. au Nord.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

7. BIBLIOGRAPHIE

I. René VAN AUBEL. Contribution à l'étude géologique des lamidats de Bibemi et de Boubandjidda, Cameroun septentrional, 1re partie, *Bull. Soc. géol. France*, 5e série, tome 8, 1938, pages 211-223.

II. A. DEMAY. A. E. F. et Cameroun, *in* : La géologie et les mines de la France d'Outre-Mer, Paris, 1932.

III. E. KRENKEL. Geologie Afrikas, t. 3, 1934.

IV. P. H. AUGOU. Carte géol. n° 2, du Cameroun. Douala, 1935.

V. F. F. GROUT. Criteria of the origin of inclusions in plutonic rocks, *Bull. Geol. Soc. America*, vol. 48, n° 1, 1937, p. 1521-1571.

VI. René VAN AUBEL. Sur la composition et l'attribution au jurasso-crétacé de la série schisteuse du maïo Lidi (Cameroun septentrional), *Public. Bureau études géol. minières coloniales*, Paris, n° 10, 1939 (1 esquisse géologique).

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

L'ÉTAGE ALBIEN ET SA FAUNE AUX ENVIRONS DE SAINT-DIZIER (HAUTE-MARNE)

PAR **J. Houdard**[1].

La faune albienne des environs de Saint-Dizier n'est connue que par les listes anciennes et très incomplètes de Buvignier[2] et de Cornuel[3].

Il m'a paru intéressant de faire connaître le résultat des recherches que j'ai faites autrefois dans les localités de Moëslains et Valcourt (Haute-Marne), Pargny-sur-Saulx et Sermaize (Marne), Cousances-aux-Forges et la Houpette (Meuse)[4].

Dans la région étudiée, l'étage comprend de bas en haut :

1° Les **Sables et Grès jaunâtres** de Cornuel, surmontant l'argile à Plicatules, d'une puissance moyenne de 4 à 5 mètres.

La position stratigraphique de ces sables a été souvent discutée. A la suite de Cornuel, la plupart des auteurs et récemment encore Corroy[5] les assimilent à l'Aptien supérieur (Gargasien), en raison de la présence d'*Exogyra aquila* que Cornuel y indique avec *Ostrea arduennensis*, *O. Boussingaulti* et *O. rauliniana*.

O. arduennensis et *O. rauliniana* sont des espèces albiennes. *O. Boussingaulti* est néocomienne. Sa détermination est douteuse et, comme pour *E. aquila*, il s'agit peut-être d'exemplaires remaniés. J'ai déjà eu l'occasion de démontrer[6] que les spécimens d'*E. aquila* que l'on trouve dans les exploitations de Valcourt sont tous remaniés et que l'on ne saurait faire état de leur présence pour rattacher ces sables à l'étage aptien.

Ch. Jacob voit dans cette formation l'équivalent de sa zone à *Hoplites tardefurcatus* qui, dans le bassin de Paris, est la zone de base de l'Albien. L'absence de fossiles caractéristiques ne permet pas de conclure catégoriquement, mais cette opinion

1. Note présentée à la séance du 19 juin 1939.
2. Buvignier. Statistique géologique de la Meuse, 1852.
3. Cornuel. Liste des fossiles du Crétacé inférieur de la Haute-Marne. *B. S. G. F.* (3), XIV, 1886.
4. Ces deux derniers gisements ne sont que des témoins préservés de l'érosion grâce à la double faille de Narcy dont ils forment le fossé en contact avec le calcaire portlandien des lèvres.
5. G. Corroy. Le Néocomien de la bordure orientale du bassin de Paris, 1925.
6. J. Houdard. Sur la position stratigraphique des Sables et Grès jaunâtres de la Haute-Marne. *Bull. Soc. Sc. Nat. Haute-Marne*, 1910.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

paraît logique, le dépôt des sables et grès jaunâtres paraissant marquer le début de la grande transgression albo-cénomanienne.

2° Les **Sables verts**, superposés aux précédents et que l'on exploite pour les fonderies, sont incontestablement albiens car ils renferment *Douvilleiceras mamillatum*. On peut les suivre sur toute la bordure E du bassin de Paris, des Ardennes à la Nièvre et leur âge n'est pas discuté. Suivant leur teneur en glauconie, leur teinte varie du gris-vert au vert-noirâtre et parfois l'on observe le passage graduel des sables jaunâtres aux sables verts par des teintes intermédiaires [1]. Leur puissance est également variable, réduite à 0 m. 80 à Pargny, elle atteint 5 m. à Moëslains.

Sauf à Sermaize, Pargny et la Houpette, les fossiles sont très peu nombreux dans les Sables verts. Les restes organisés les plus fréquents sont des débris de tiges de Gymnospermes (*Cedrus lotharingica* Corn.) présentant parfois les loges de Mollusques perforants dont les coquilles ont disparu.

3° L'**Argile téguline** qui surmonte les sables et qui, dans l'Aube, atteint 80 m. de puissance n'en a qu'une trentaine à Moëslains et qu'une dizaine à Pargny,

Aux Côtes-Noires de Moëslains, la limite des sables verts et de l'argile est nettement distincte, la couche argileuse très homogene. Il n'en est pas de même à Pargny où les sables verts deviennent de plus en plus argileux à leur partie supérieure et où l'on observe à divers niveaux dans l'argile des intercalations sableuses ou argilo-sableuses d'importance variable. C'est là un faciès intermédiaire entre celui de l'Aube, vaseux, et celui de l'Argonne, sableux.

Les caractères de l'argile sont assez constants dans toutes les localités, sa teinte varie du gris-bleu au bleu-noirâtre, la partie superficielle étant plus ou moins rubéfiée par oxydation. Elle est très plastique et donne une tuile d'excellente qualité. On l'exploite pour cet usage à Valcourt, Cousances-aux-Forges et principalement à Pargny-sur-Saulx et Maurupt. Les exploitations de Perthes et d'Eclaron sont abandonnées depuis longtemps. Les cristaux de gypse y sont peu nombreux et de petites dimensions mais, en certains points, les concrétions de pyrite de fer sont fort abondantes. A Sermaize et au Bois-du-Roi, près Pargny, l'argile sableuse de base renferme, au contact avec les sables verts, les nodules de phosphate et de chaux dits « Coquins » qui ont fait l'objet d'une exploitation active dans la Meuse et les Ardennes.

1. J. Houdard. *Idem*. Voir coupe relevée au Bois-du-Roi, près Pargny.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Dans l'argile proprement dite, les fossiles sont le plus souvent à l'état de moules internes d'argile, de pyrite de fer, de limonite ou de phosphate de chaux. A Pargny, dans l'argile sableuse de base et dans les intercalations sableuses de l'argile téguline, on peut recueillir des Mollusques garnis de leur test en parfait état de conservation et qui ne le cèdent en rien à ceux des localités classiques de l'Aube et de l'Yonne.

Ch. Jacob [1] a subdivisé l'Albien du Midi de la France en quatre zones qui sont de haut en bas :

IV. — Z. à *Mortoniceras inflatum* et *M. hugardianum*.
III. — Z. à *Hoplites dentatus*.
II. — Z. à *Hoplites tardefurcatus*
I. — Z. à *Douvilleiceras nodosocostatum* et *D. Bigoureti*.

Il est difficile d'établir, pour la région étudiée, une concordance rigoureuse avec les subdivisions ci-dessus.

La zone de base à *D. Bigoureti*, peut-être représentée par les Sables et Grès jaunâtres, paraît manquer dans tout le bassin de Paris.

Hoplites tardefurcatus manque ou, du moins, je ne l'ai jamais trouvé aux environs de Saint-Dizier. M. Larcher [2] signale sa présence dans les sables verts de l'Aube où il accompagne *D. mamillatum* et *Acanthoplites Milleti*. Les Sables verts seraient donc l'équivalent de la zone II.

La zone III à *H. dentatus* est représentée par toute la masse des argiles.

La zone IV, terme de passage au Cénomanien, semble manquer dans toute cette région, mais elle a dû disparaître par érosion car elle subsiste dans le Perthois, la Thiérache et l'Argonne.

Si l'on se réfère aux anciennes subdivisions établies par Ch. Barrois :

III. — Z. à *Epiaster ricordeanus*.
II. — Z. à *Ammonites interruptus* (= *Hopl. dentatus*).
I. — Z. à *Amm. mamillaris*.

on constate que la zone I comprend les sables verts et la base des argiles, *D. mamillatum* s'y trouve localisé, alors que dans la Côte-d'Or et le Midi, il persiste dans toute la zone à *H. dentatus*. Presque toute la masse des argiles est constituée par la

1 Ch. Jacob. Étude sur la partie moyenne des terrains crétacés dans les Alpes françaises et les régions voisines, 1907.

2. Larcher. Contribution à l'étude de l'Albien de l'Aube. *Bull. scientif. de Bourgogne*, 1936.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

zone II. *Hoplites dentatus* s'y trouve en plein épanouissement avec la gamme de ses formes de passage aux espèces voisines. La zone III à *Epiaster Ricordeanus* n'est pour nous qu'une sous-zone à *Hopl. splendens*. Tombeck l'a signalée[1] à Montiérender, à 20 km. au Sud de Saint-Dizier, elle n'est visible ici qu'à Pargny, dans une exploitation située entre ce village et Maurupt. Partout ailleurs, elle a été enlevée par l'érosion.

Dans l'énumération des espèces, il ne m'a pas été possible d'indiquer de façon précise la zone de provenance, les fossiles se récoltant rarement en place en raison de la nature du terrain. J'ai dû, en conséquence, me borner à indiquer les deux niveaux facilement repérables :

I. — Sables verts.
II. — Argile téguline et ses intercalations sableuses.

Dans la liste ci-dessous, la fréquence relative est indiquée par les abrévations habituelles : *TC.*, *C.*, *AC.*, *R.*, *TR.*

Polypiers.

Trochocyathus conulus (Phill.). II. *AC.* Tous gisements.
Cycloseris cf. *cenomanensis* M. Edw. et H. Pargny, 3 ex.

Échinides.

Pseudodiadema Dupini Cott. Pargny, un radiole.
Hemiaster Cossignyi Lamb. II. *R.* Moëslains, Valcourt, Pargny.
— *minimus* (Ag.). II. *TR.* Moëslains.
Epiaster ricordeanus Cott. II. *TR.* Pargny.

Brachiopodes.

Rhynchonella Deluci Pict. et Camp. (= *R. sulcata* d'Orb. *non* Park.) I. *R.* La Houpette.

Annélides.

Serpula gastrochenoides Leym. (= *S. Richardi* Leym.). II. *AR.* Pargny, Moëslains.
— *antiquata* Sow. II. *R.* Pargny, Moëslains.
— *corrugata* Goldf. (= *S. lituola* Leym.). II. *AC.* partout.
— *gordialis* Schl. I et II. *AC.* à Pargny, *R.* ailleurs.
— *heliciformis* Goldf. I et II. *C.* partout.
— *cincta* Goldf. II. Moëslains, 2 ex.
— *quadricarinata* Münst. II. Moëslains, 2 ex.

Lamellibranches.

Nucula pectinata Suw. II. *TC.*
— *bivirgata* Fitt. II. *R.* Moëslains, Pargny.
— cf. *ornatissima* d'Orb. II. *TR.* Pargny.
— *albensis* d'Orb. II. *AR.* Moëslains, Valcourt, Pargny.
— *ovata* Mant. II. *R.* Mêmes gisements.

1. Tombeck. Note sur la présence du Gault à Montiérender. *B.S.G.F.* (3), III, 1874.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Leda vibrayeana (D'ORB.). I et II. *AR.* Moëslains, Pargny, Cousances.
— *phaseolina* (MICH.) (= *N. subrecurva* D'ORB. *non* PHILL.). II. *AC.*
— (*Dacryomya*) *Mariae* (D'ORB.). II. *R.* Pargny, Moëslains.
Cucullaea glabra PARK. (= *Arca fibrosa* D'ORB.). I et II. *AR.* La Houpette, Pargny.
— *subnana* PICT. et R. (= *Arca nana* LEYM.). II. *AR.*
Grammatodon carinatum (SOW.). II. *C.*
Avicula (*Oxytoma*) *rauliniana* D'ORB. Un moule interne de Pargny.
Perna rauliniana D'ORB. II. Un moule interne de Moëslains.
Inoceramus concentricus PARK. I. *R.* II. *C.*
— *Salomoni* D'ORB. I. *R.* La Houpette. II. *AC.*
Neithea cf. *quinquecostata* (SOW.). II. *TR.* Moëslains.
Chlamys Raulinianus (D'ORB.). I. *R.* La Houpette, Cousances.
— *Dutemplei* (D'ORB.). I et II. *R.* La Houpette, Pargny.
Camptonectes striato-costatus (D'ORB.). I. *R.* La Houpette.
Plicatula radiola LMK. I. *AC.* La Houpette, Pargny, Cousances. II. *C.*
Lima parallela (SOW.). II. *AR.* Pargny, Moëslains.
Exogyra arduennensis (D'ORB.). I. *AR.* La Houpette, Moëslains.
— *canaliculata* (SOW.). I et II. *AC.*
Alectryonia milletiana (D'ORB.). I. La Houpette, un ex.
Anomia cf. *laevigata* SOW. II. *TR.* Pargny.
Trigonia Fittoni DESH. I. *R.* La Houpette, Cousances. II. *AR.* Pargny.
— cf. *Constantii* D'ORB. II. Un moule interne de Moëslains.
Cardita dupiniana D'ORB. II. *R.* Pargny, Moëslains.
— *tennicosta* (FITT.). II. *R.* Moëslains, Pargny.
— *Constantii* D'ORB. I. *R.* La Houpette. II. *AC.* Moëslains, Pargny.
Lucina (*Phacoides*) *vibrayeana* D'ORB. II. *R.* Moëslains, Cousances.
Corbis (*Sphraera*) (?) sp. I. Un ex. de la Houpette.
Cyprina (*Venilicardia*) *regularis* D'ORB. Pargny, un ex.
— — *cordiformis* D'ORB. I. Pargny, un moule interne.
— (*Venilia*) sp. I. Sermaize, un ex.
Panopaea plicata SOW. var. *acutisulcata* D'ORB. I. *R.* Sermaize.
Pholadomya fabrina AG. I. Pargny, un ex.
Thracia (?) *sp.* II. Pargny, un ex.

GASTROPODES.

Nummocalcar dentatum (D'ORB.). II. *R.* Moëslains, Pargny.
Semisolarium moniliferum (MICH.). I. *TR.* La Houpette. II. *AC.*
Confusiscala dupiniana (D'ORB.). II. *AR.* Tous gisements.
Claviscala clementina (D'ORB.). II. *AR.* Tous gisements.
— *gaultina* (D'ORB.). II. *TR.* Pargny.
Clathroscala (*Funis*) *Houdardi* COSSM. (3, X° livr., p. 256, pl. XI, fig, 2 et 3). II. Pargny, 2 ex. dont le type de l'espèce.
Turritella (*Haustator*) *vibrayeana* D'ORB. II. *R.* Moëslains, Pargny.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Ampullina clementina (D'ORB.). II. *AR.* Moëslains, Pargny.
— cf. *rauliniana* (D'ORB.). II. Pargny, moules internes.
Vanikoropsis Houdardi COSSM. II. Pargny, 3 ex. dont le type.
Gyrodes gaultinus D'ORB.). I. *R.* II. *C.*
— *excavatus* (MICH.). I. *AR.* II. *C.*
Pseudomelania (?) *incerta* (DESH.). II. Pargny, un ex.
Metacerithium ornatissimum (DESH.). II. *R.* Pargny.
— *trimonile* (MICH.). II. *R.* Pargny. Moules internes de Moëslains, pouvant aussi se rapporter à *M. ornatissimum.*
Cirsocerithium subspinosum (DESH.). I. (?). II. *C.*
Dicroloma (*Perissoptera*) *Parkinsoni* (Sow.). II. *AC.* Pargny. Moules internes douteux de Moëslains, Valcourt, Cousances.
— (*Anchura*) *carinata* (MANT.). II. *AR.* Pargny. Moules internes douteux de plusieurs gisements.
Chenopus (*Tessarolax*) *retusus* Sow. II. *R.* Moëslains, Pargny.
Avellana subincrassata D'ORB. II. *AC.* à Pargny, *R.* ailleurs.
— *glareosa* DE LOR. II (?) Pargny. un ex.
Ringinella clementina D'ORB. II. *R.* Pargny.
— *lacryma* (MICH.). II. *AC.* Moëslains, Pargny.
— *inflata* (FITT.). II. Moëslains, un moule interne.

SCAPHOPODES.

Dentalium decussatum Sow. II. *C.* Tous gisements.

CÉPHALOPODES.

Belemnites (*Nehohibolites*) *minimus* List. II. *TC.*
— *sp.* II. Deux phragmocones d'assez grande taille de Pargny.
Nautilus clementinus D'ORB. I et II. *R.* Pargny.
Desmoceras (*Beudanticeras*) *Beudanti* BRONGN. sp. II. *C.*
— — *Parandieri* D'ORB. sp. II. *C.*
— — *dupinianum* D'ORB. sp. II. Pargny, 2 ex.
— (*Latidorsella*) *latidorsatum* MICH. sp. II. *AR.* Du type moyen (var. *media* JACOB = *D. inane* KOSSM.) et de la var. *complanata* JACOB (= *D. diphylloides* FORBES sp.).
Parahoplites Steinmanni JACOB. Pargny, un ex.
Sonneratia quercifolia D'ORB. sp. II. *R.* Moëslains, Pargny.
Hoplites dentatus Sow. *sp.* (= *Amm. interruptus* BRUG.). II. *TC.* Nombreuses formes de passage à l'espèce suivante.
— *benettianus* Sow. *sp.* II. *TC.*
— *lautus* PARK. *sp.* II. *R.* Pargny, Moëslains.
— *Canavarii* PAR. et BON. II. *R.* Pargny, Moëslains.
— *splendens* Sow. *sp.* II (Sous-zone à *H. splendens*). Pargny, 3 ex.
Acanthoceras camatteanum D'OHB. *sp.* II. *TR.* Moëslains, Pargny.
— (*Lyelliceras*) *Lyelli* DESH. *sp.* II. *AC.*
— — — var. *ornatissimum* CIRY. II. *R.* Moëslains.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Douvilleiceras mammillatum Schloth. *sp.* I et II. *AR.*
Hystatoceras versicostatum Mich. *sp.* II. *AC.* Moëslains, Valcourt, Pargny
Mortoniceras Delaruei d'Orb. *sp.* II. Moëslains, 3 ex.
Turrilites cf. *catenatus* d'Orb. II. Moëslains, un fragment.
Hamites moreanus Buv. II. *R.* Moëslains, Pargny. (Certains fragments peuvent être les petites branches de *Ptychoceras Buvignieri* Ciry.)
— *raulinianus* d'Orb. II. *AC.* Tous gisements.
— cf. *favrinus* Pict. et Roux. II. *AC.* Moëslains, Valcourt, Pargny.
— *Halleri* Pict. et Camp. II. *TR.* Pargny.
— *nodoneus* (Buv.). II. *R.* Pargny.
Crioceras cf. *astierianum* d'Orb. II (?). Pargny, un ex.
Anisoceras saussureanum Pict. et Roux. II. *R.* Pargny.
— *sp.* Plusieurs fragments de Pargny.
Ptychoceras Buvignieri Ciry. Pargny, un ex.
— *sp.* Pargny, 2 fragments.

Crustacés.

Scalpellum (*Cretiscalpellum*) *unguis* Sow. II. *AC.* Moëslains, Vacourt, Pargny.
— (*Arcoscalpellum*) *arcuatum* Darw. II. *R.* Moëslains.
Notopocorystes Stokesi (Mant.). *C.* Tous gisements.
— *Broderipi* (Mant.). II. *AR.* Moëslains, Pargny.
— *Carteri* Mac'Coy. II. *AR.* Moëslains, Pargny.
Etyus Martini Mant. (= *Reussia granosa* Mc Coy). II. *AC.*
Plagiophtalmus oviformis Bell. II. *AR.* Moëslains, Pargny.
Homolopsis Edwardsi Bell. II. Moëslains, un cephalothorax.
— *spinosa* Van Straelen. II. Valcourt, un céphalothorax, type de l'espèce.
Homarus longimanus Sow. (*Astacus*). I et II. Moëslains, Valcourt, La Houpette, Cousances. Fragments de thorax, abdomen et pinces.
— *sulcirostris* Bell. II. Moëslains, un céphalothorax.
Mecochirus Houdardi Van Straelen. II. *C.* à Pargny d'où provient le type.

Poissons.

Lepidotus sp. II. Moëslains, dent palatine.
Mesodon sp. I (?). Pargny, dent incisive.
Lamna appendiculata (Ag.). I. *R.* Pargny, La Houpette, II. *C.* partout.
Scapanorhynchus raphiodon (Ag.). I et II. *AC.*
— *subulatus* (Ag.). I et II. *AC.*
Odontaspis macrorhiza Cope. I et II. *R.* Pargny.
Saurocephalus lanciformis Ag. I et II. *R.* Pargny, Cousances.
Saurichtys sp. I. Pargny, une dent.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

REPTILES.

Ichtyosaurus sp. J. Pargny, deux vertèbres de 13 cm. de diamètre.

Megalosaurus superbus SVG.). I (?). Pargny, deux fragments d'os longs (long. = 15 et 21 cm.) munis de leurs condyles qui mesurent environ 11 cm. dans leur plus grande largeur.

OBSERVATIONS SUR QUELQUES ESPÈCES

Nucula cf. *ornatissima* D'ORB. (Fig. 1). — J'ai récolté à Pargny une Nucule dont l'ornementation est intermédiaire entre celle de *N. bivirgata* et celle de sa variété *N. ornatissima*. Les côtes présentent la disposition indiquée sur la figure ci-contre, au lieu de former un chevron simple comme chez *N. bivirgata* ou double comme chez *N. ornatissima*.

Chlamys raulinianus D'ORB. sp. — A été assimilé par plusieurs auteurs à *Chl. elongatus* LK. sp. Il diffère de ce dernier par ses sillons intercostaux lisses et non écailleux.

Anomia cf. *laevigata* SOW. — Des deux exemplaires trouvés à Pargny, l'un paraît identique à l'espèce néocomienne, l'autre, dont le crochet est plus proéminent et plus aigu, se rapproche du plésiotype figuré par de Loriol (9, pl. X, fig. 8).

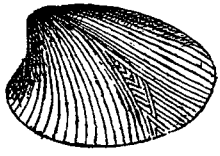


FIG. 1. — *Nucula* cf. *ornatissima* D'ORB. Grossie 2/1.

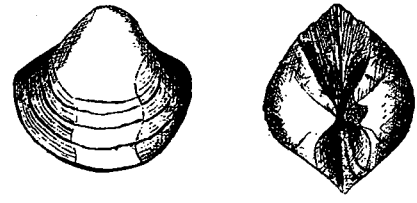


FIG. 2. — *Corbis (Sphæra)*? sp. 1/1.

Corbis (*Sphaera*) (?) sp. (Fig. 2). — Je rapporte à ce genre, en raison de sa forme et de la conformation de ses crochets, un exemplaire bivalve des Sables verts de La Houpette qui a conservé latéralement des portions de son test. Celui-ci est sillonné par de fortes stries d'accroissement dont les plus marquées ont laissé leur trace sur le moule interne. Les crochets sont épais et proéminents. — Haut. = 20 mm. — Larg. = 23 mm. — Epaiss. = 18 mm.

Cyprina (*Venilia*) sp. — Un moule interne, univalve, de grande taille (Haut. = 8 cm.), des Sables verts de Sermaize, rappelle

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

l'espèce jurassique *V. cornuta* (KLOEDEN), avec une forme encore plus allongée, un bord palléal plus régulièrement arrondi. *V. pseudoglobosa* DE LOR. (9), est proportionnellement beaucoup plus large.

Thracia (?) sp. — Un jeune exemplaire de Pargny paraît voisin de *Periploma simplex* D'ORB., il en diffère par son épaisseur plus forte.

FIG. 3. — *Nummocalcar dentatum* D'ORB. sp. 1/1.

Nummocalcar dentatum D'ORB. sp. (Fig. 3). — Les moules argileux de Moëslains laissent généralement bien visibles les denticulations du bord de la spire. Celles-ci sont bien plus développées que ne les représente la figure de la Paléontologie française.

Confusiscala dupiniana D'ORB. sp. — Un exemplaire de grande taille, parfaitement conservé, que j'ai recueilli à Pargny a été décrit et figuré par Cossmann (3, X^e livr., p. 256, pl. XI, fig. 1).

FIG. 4. — *Funis Houdardi* COSSM. 1/1.

Funis Houdardi COSSM. (Fig. 4). — Cossmann a décrit et figuré cette espèce d'après un exemplaire que j'avais trouvé à Pargny. C'était le seul représentant en France du genre *Funis* dont il existe en Angleterre deux espèces dans l'Albien, une dans le Sénonien. Par la suite, j'ai recueilli dans le même gisement un autre individu plus grand que le type, comme lui fragmenté et à ouverture incomplète. Je crois intéressant de le figurer car son ornementation paraît mieux conservée.

Turritella vibrayeana D'ORB. — Un bon exemplaire de Pargny, muni de son test, est bien conforme à la description et aux figures données par Cossmann d'échantillons de l'Albien des Wignehies[1]. Les tours sont convexes et les sutures profondes, alors que les exemplaires de Saint-Florentin et d'Hauterive (Yonne) que je puis leur comparer se rapportent à la description et à la figure du type de d'Orbigny. Il semble bien qu'il y ait là deux races différentes.

Vanikoropsis Houdardi COSSM. — Le type de l'espèce provient de Pargny et non du Gault de l'Aube, ainsi que Cossmann l'a indiqué par erreur. Un des deux exemplaires restés en ma pos-

1. COSSMANN. Observations sur quelques coquilles crétaciques recueillies en France. Fasc. 1, p. 13, pl. 1, fig. 24-26. — 1896.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

session, aussi bien conservé que le type, permet de compléter comme suit la courte diagnose de Cossmann : Haut. = 13 mm. — Diam. dernier tour = 16 mm. — Test relativement peu épais. Forme subglobuleuse, plus large que haute, spire courte, assez déprimée, formée de cinq tours convexes ornés de filets spiraux minces, rapprochés, croisés par de fines stries d'accroissement. On compte une trentaine de filets sur le dernier tour. Sutures rainurées bordées par un large sillon limité par une carène saillante. Ombilic nul ; ouverture ovale-arrondie ; labre oblique. Columelle excavée, sillonnée, calleuse, à bord externe réfléchi.

Neohibolites minimus List. *sp.* — Les rostres de 12 à 22 mm. de longueur sont très abondants dans tous les gisements. J'ai pu en recueillir plusieurs centaines. Par contre, ceux de 35 à 40 mm. sont rares (1 de Moëslains, 4 de Pargny). Tous sont conformes aux figures de Pictet, mais non à celles de d'Orbigny.

Parahoplites Steinmanni Jacob. — La présence d'un exemplaire de cette espèce trouvé à Pargny dans des déblais semble indiquer dans ce gisement l'existence de la zone à *H. tardefurcatus* ou tout au moins la persistance de *P. Steinmanni* dans la zone à *H. dentatus* telle que la comprend Ch. Jacob.

Crustacés.

Les restes de Crustacés, céphalothorax, fragments plus ou moins importants de pinces ou d'abdomens, sont assez fréquents dans tous les gisements albiens des environs de Saint-Dizier. La plupart d'entre eux se retrouvent dans l'Albien ou le Cénomanien d'Angleterre d'où les types proviennent : Gault de Folkestone, Ringmer, Puttenham, Maidstone, etc., Upper-Greensand de Cambridge et de Lyme-Regis.

Un travail récent de E. Van Straelen (8) à qui j'ai communiqué mes récoltes, en donne une liste complète et fait connaître deux espèces nouvelles dont les types proviennent de la région étudiée : *Homolopsis spinosa*, *Mecochirus Houdardi*.

Poissons.

De même que les restes de Crustacés, les débris de Poissons ne sont pas rares dans les sables verts et les argiles. C'est à Pargny qu'ils sont le plus abondants. En outre des espèces mentionnées ci-dessus, j'ai recueilli une épine de nageoire et de nombreuses vertèbres se rapportant aux genres *Lamna* et *Scapanorhynchus*.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

La plupart d'entre elles sont de petite taille, sauf trois que m'ont fourni les sables verts de Pargny et qui atteignent 48 mm. de diamètre.

La faune albienne des environs de Saint-Dizier diffère de celle de l'Aube par un nombre moins élevé de Céphalopodes, mais elle est plus riche en Lamellibranches et en Crustacés.

Elle est à peu près aussi riche que celle des Ardennes dans la zone à *H. dentatus*, mais beaucoup moins dans la zone à *D. mammillatum*.

Les sables verts ont été déposés au voisinage du littoral, ainsi qu'en témoigne la présence de bois de Conifères. Les argiles renferment une faune néritique de mer peu profonde alors que dans l'Aube, les Ammonites, plus nombreuses et de plus grande taille, la rareté des espèces littorales, indiquent un approfondissement de la mer albienne.

Trois des espèces énumérées ci-dessus n'ont pas encore été signalées dans d'autres gisements : *Funis Houdardi*, *Vanikoropsis Houdardi*, *Homolopsis spinosa*.

Enfin, il est intéressant de retrouver ici un certain nombre de Crustacés macroures et brachyoures du Gault anglais. Ceux-ci, sauf *Notopocorystes Stokesi* et *N. Broderipi* n'ont pas encore été trouvés dans les autres gisements albiens de l'Est du bassin de Paris.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1. Bell. — A monograph of the fossil malacostracous Crustacea of Great Britain. Londres, 1857.
2. Ciry R. — Révision de la faune albienne de la Côte-d'Or. *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse*, t. LXVI, 1927.
3. Cossmann M. — Essais de Paléoconchologie comparée. Paris, 1895-1925.
4. Darwin Ch. — Fossil Lepadidae of Great Britain. Londres, 1851.
5. Mac'Coy. — Contrib. Brit. Palaeont. Londres, 1854.
6. Mantell. — Geol. Sussex. 1822.
7. Sauvage. — Reptiles trouvés dans le Gault de l'Est du bassin de Paris. *M. S. G. F.*, (3), II, 1882.
8. Van Straelen. — Crustacés décapodes nouveaux ou peu connus de l'époque crétacique. *Bull. Musée Royal Hist. nat. Belgique*, XII, 1936.
9. de Loriol. — Études sur la faune des couches du Gault de Cosne (Nièvre). *Mém. Soc. paléont. Suisse.*, Vol. IX, 1882.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

La Chaîne numidique au Barrage des Zardézas (Constantine)

par **J. Savornin**[1].

Parmi les grands travaux hydrauliques exécutés en Algérie depuis dix ou douze ans, le Barrage des Zardézas mérite une mention particulière pour les enseignements dont la science géologique lui est redevable.

L'emplacement est sur un étroit maillon détaché de cette « Chaîne numidique » si imparfaitement connue (dont la Société géologique de France, en sa *Réunion extraordinaire* de 1924, a étudié quelques tronçons sans que les discussions intervenues sur le terrain aient pu aboutir à des conclusions objectives).

La carte détaillée au 50.000e (feuille *Smendou*, parue en 1907) montre un assemblage bizarre d'étages au lieu-dit des Zardézas, situé à 17 km. E-NE du village Condé-Smendou. L'auteur de cette carte provisoire en a publié une autre, au 200.000e, jointe à un Mémoire descriptif[2]. Une coupe au 100.000e et le texte écrit correspondant, contenus dans cet ouvrage [3], ne concordent pas entre eux, non plus qu'avec l'une ou l'autre carte, pour la définition structurale du *Koudiat ben el Hadj* dont l'extrémité orientale marque précisément l'emplacement du Barrage.

Le même profil (coupe subméridienne) de ce Koudiat est encore interprété dans un Mémoire très récent [4]; mais ce schéma nouveau n'a que la valeur négative des quatre définitions précédentes dont il ne confirme aucune.

Deux autres coupes, se rapportant à l'emplacement même du barrage, témoignent — autant que le texte explicatif qui en est le commentaire — d'une singulière inexpérience, de la part de leur auteur, pour la stratigraphie et la tectonique [5].

En définitive, les recherches bibliographiques sur la structure

1. Note présentée à la séance du 19 juin 1939.

2. Étude géologique de la Chaîne numidique et des Monts de Constantine, par L. Joleaud, Montpellier, 1912 (Thèse de doctorat, Paris), pl. III.

3. *Ibid.*, pl. IV (fig. 10) et page 366.

4. Étude géologique des régions de Jemmapes, Hammam Meskoutine et du Col des Oliviers, par P. Deleau, Alger, 1938 (Thèse de doctorat, Paris), et *Bull. du Service de la Carte géol. de l'Algérie*, 2e série, n° 14 ; fig. XII (Sebargoud 2).

5. *Ibid.*, fig. VIII et page 292.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

du « Zardézas » conduisent à constater (dans les rares publications qui en traitent) des invraisemblances probables et des contradictions certaines, d'où l'on ne peut extraire aucun enseignement positif.

Il s'agit cependant d'un point privilégié sur lequel les travaux de préparation et d'exécution d'un grand barrage, poursuivis depuis vingt-sept ans, ont révélé la constitution des terrains avec une précision et une sûreté de détails qu'il est rarement possible aux géologues d'obtenir.

Un levé de « stéréotopographie » minutieuse — à l'échelle de 1/200, avec courbes de niveaux à l'équidistance de 0 m. 50 — a été établi en 1931.

De 1927 à 1933, principalement, d'énormes excavations à ciel ouvert ont montré parfois des « fronts de tailles » impressionnants, où l'on pouvait lire la constitution lithologique sur une hauteur totale de 59 m., avec point bas à 10 m. sous le lit de rivière.

Des centaines de mètres de galeries et puits de reconnaissances, ou de galeries de dérivations, sous l'une et l'autre rive de l'oued Safsaf ; plus de cent sondages au diamant, dont les longueurs totalisées atteignent 6.000 m. (ayant fourni en moyenne 90 % de carottes conservées sur place dans une collection longtemps tenue en ordre) ont été en outre creusés dans le fond et sous les deux flancs de la vallée, à partir de 1922.

Les observations sur le terrain que ces multiples travaux m'ont permis d'effectuer en 1931 et 1932, dans des conditions exceptionnelles de commodité et de méticuleuse précision, ont d'ailleurs confirmé très exactement les schémas théoriques que j'avais établis au préalable, en 1930, devant une Commission spéciale des travaux publics de l'Algérie.

Au mois de février 1933 j'ai procédé aux alentours du barrage aux explorations ordinaires du stratigraphe et du tectonicien, afin de pouvoir encadrer la structure très détaillée de la gorge du Zardézas dans la structure générale de la région circonvoisine.

Aucun fait nouveau authentique n'a été constaté depuis lors. Les travaux ont d'ailleurs subi un temps d'arrêt assez long. Les derniers sondages et galeries, postérieurs à février 1933, n'ont rien révélé qui ne fût déjà connu de moi, ou soupçonné avec une quasi certitude, avant cette date [1].

1. J'avais fourni, en juillet et en décembre 1932, des rapports détaillés et de nombreuses coupes géologiques à grande échelle à l'Entreprise de construction qui m'avait demandé cette étude spéciale et qui, concurremment avec le Service des Ponts et Chaussées, m'avait procuré toutes les facilités matérielles nécessaires.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

L'achèvement de l'ouvrage hydraulique, après de nombreuses vicissitudes, est prévu pour la fin de la présente année. Le moment est venu de publier les observations géologiques qui le concernent.

1° Stratigraphie.

Il est indubitable que le substratum général, commun avec les autres parties de la Chaîne numidique, est formé de terrains primaires plus ou moins altérés par le métamorphisme et qui appartiennent à la bordure méridionale du Massif ancien de Petite Kabylie. On le distingue, notamment, à 2 km. au Nord du barrage où sa surface à l'air libre s'élève entre 100 et 350 m. d'altitude de part et d'autre des gorges creusées par l'Oued Safsaf entre les Kefs *Msouna* et *Sebargoud*. Mais sous le barrage cette surface est au-dessous de la cote zéro. Toutefois, presque immédiatement à l'Ouest, elle doit se relever souterrainement au-dessus de 150 ou 200 m. dans le Koudiat *ben el Hadj*, sans pouvoir affleurer au niveau du sol.

En revanche, le Lias offre un affleurement étendu sur quelques ares, à 300 m. à peine à l'Ouest du barrage (cote 304). Il est caractérisé par des calcaires grisâtres, compacts ou oolithiques; parfois subcristallins ; ou par des calcaires à entroques. Des rognons de silex bruns, plus ou moins volumineux, sont en relief sur quelques parties de la roche calcaire travaillée par les corrosions subaériennes. Je ne connais d'autres fossiles, dans cet affleurement exigu, qu'un tronçon de *Bélemnite* et des traces de *Pentacrines*. Ces rares indices paléontologiques peuvent toutefois, en cette région, révéler approximativement le « Lias moyen ».

Celui-ci forme le substratum immédiat reconnu de toutes les assises affleurant au barrage et dont la superposition régulière, facile à observer, constitue deux grands étages nummulitiques : *Éocène moyen*, *Éocène supérieur*, offrant chacun une remarquable diversité lithologique.

La base de cette formation hétérogène est une assise détritique rouge qui enveloppe, en boutonnière, le petit noyau liasique de la cote 304, au flanc sud du *Koudiat ben el Hadj*. Mais les remaniements superficiels et les éboulis de ces roches peu cohérentes ; et parfois les éboulis étrangers et la couverture végétale ; nuisent à la netteté des affleurements. Il convient d'examiner les roches en place, dans les travaux de reconnaissances souterraines et dans les sondages nombreux par lesquels, depuis une époque

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

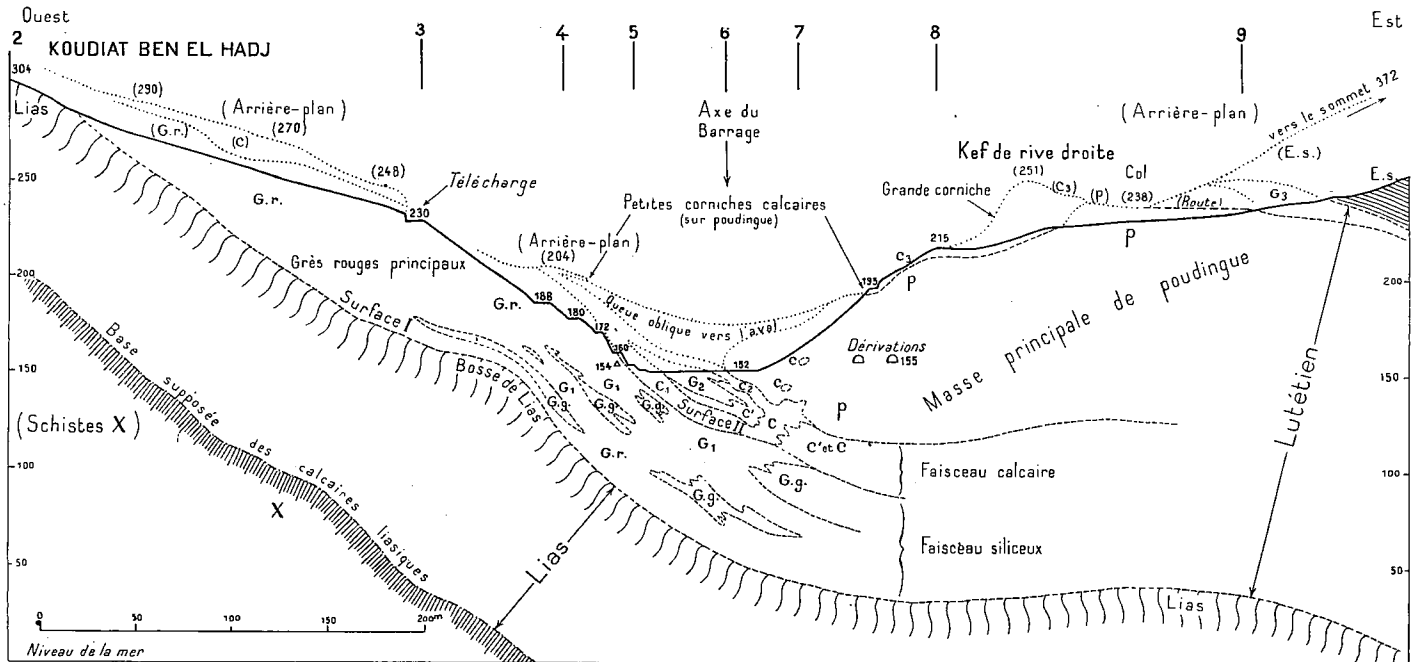


FIG. 1. — Coupe longitudinale, fondamentale, du *Koudiat ben el Hadj* et de son prolongement par delà la *Gorge du Zardézas*. Le profil passe un peu en avant (au Sud) de la ligne de faîte repérée dans les « arrière-plans » en traits pointillés [1].

1. Les lettres G désignent les *grès* (siliceux) du Lutétien ; les lettres C se rapportent aux sédiments *calcaires*, avec ou sans Nummulites, du même étage ; les lettres P aux *poudingues* contenus dans le faisceau calcaire.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

antérieure à l'année 1923 et jusqu'à une date toute récente, on a pu les étudier avec soin.

A cet égard, le graphique fondamental des sondages formant le « Voile d'étanchéité » (situé à 5 m. en amont du corps du barrage) est particulièrement instructif. Par un heureux hasard, cette surface verticale cylindrique (rayon de courbure 172 m., angle d'ouverture 48°), contient approximativement l'axe architectonique d'un pli anticlinal dont le noyau liasique affleurant à la cote 304 est un jalon certain.

J'ai incorporé ce graphique, après en avoir établi l'interprétation rigoureuse, à une coupe longitudinale de ce pli. C'est ainsi qu'a été obtenue la figure 1 ci-jointe, représentant le développement de cette coupe (dont le tracé est légèrement sinueux), sur une longueur totale de 750 m. où sont rassemblées toutes les particularités stratigraphiques utiles à connaître.

Vingt-neuf sondages verticaux, la plupart équidistants de 4 m., longs de 25 à 75 m., ont fourni pour la zone médiane les données très précises nécessaires. L'étude des affleurements, de part et d'autre, s'est avérée suffisante pour le surplus.

Voici comment on doit traduire ce dessin.

Reposant sur une « bosse liasique » qu'ont explorée divers sondages horizontaux et obliques ainsi qu'une galerie à la cote 151, un *premier faisceau* de sédiments éocènes (G. r., ou G_1) est épais en moyenne de 50 à 60 m. Les roches prédominantes sont des grès quartzeux rouges, à grain assez fin. Des lentilles irrégulières de grès et poudingues gris (G. g.) s'intercalent à différents niveaux. On a aussi traversé quelques lits d'argile et parfois des bancs calcaires, ou des lentilles de conglomérat à ciment calcaire, dans cet ensemble, surtout siliceux, formant une assise inférieure de l'étage *Lutétien*.

Certains échantillons des grès rouges rappellent le *Permien* de l'Algérie septentrionale. Dans une Notice géologique annexée au Rapport de la Sous-commission de l'Hydraulique agricole (Alger, 14 janvier 1912, M. Guérin rapporteur), E. Ficheur avait inscrit cette désignation stratigraphique sur une coupe transversale de la gorge du Zardézas, à l'occasion du premier projet de barrage. Ce géologue ne pouvait pas alors connaître l'existence souterraine du Lias à cet endroit. Se conformant aux indications de la carte géologique au 50.000e, il attribuait au Lias les roches calcaires superposées directement aux grès rouges dans la même coupe théorique.

En réalité, ces masses rocheuses curieusement réparties des deux côtés de la gorge et jusque dans les berges, et qui étaient

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

à peine cachées par une mince alluvion dans le lit de rivière, constituent un *deuxième faisceau* de couches stratifiées lutétiennes, dont le Voile d'étanchéité montre la position relative. Il s'agit principalement de calcaires organogènes (à *Lithothamnium* et à *Nummulites*, ces dernières de formes nettement globuleuses) [1]. Très peu de couches argilo-marneuses s'y mêlent. Certaines parties des calcaires ont été confondues par les sondeurs avec les « grès gris » rencontrés dans le faisceau détritique sous-jacent. J'ai proposé la désignation « faux grès gris », pour éviter des confusions stratigraphiques.

A gauche de l'axe du barrage (marqué par le sondage zéro du Voile), une *lentille de grès rouge* G_2 est interstratifiée dans le faisceau calcaire qui caractérise le Lutétien moyen et qui comprend alors une assise inférieure (C_1) et une assise supérieure (C_2), tandis que le « faux grès gris » (C') enrobe directement la lentille rouge. L'ensemble : C_1, C', G_2 et C_2, n'a pas plus de 30 m. d'épaisseur. Mais, vers la crête du *Koudiat ben el Hadj* (et d'abord dans le haut talus artificiel de l'ancien *Télécharge* où se termine cette crête dominant à gauche le barrage), le même faisceau calcaire superposé au faisceau gréseux est épais de 40 à 45 m. ou même davantage. Il admet d'ailleurs une assez forte proportion de poudingues-calcaires interstratifiés. Le ciment de ceux-ci est encore du calcaire organogène. Les éléments roulés sont surtout des débris de calcaires liasiques. Très peu de fragments quartzeux ou schisto-cristallins; mais quelques silex liasiques ; sont reconnaissables parmi ces galets.

Au Télécharge, les calcaires et poudingues-calcaires approximativement verticaux (déversés au Nord de 5 ou 6 degrés) sont écrasés entre des failles presque parallèles aux stratifications et sectionnant celles-ci en biseaux aigus.

Une partie de ces bancs écrasés est même minéralisée en fer par métasomatose. Elle s'est effondrée à la suite d'un grand glissement de terrain, qui s'était amorcé d'abord dans la masse gréseuse G_1, à l'achèvement des travaux de fouilles (été 1932).

En outre, prenant origine sur la rive gauche, un peu en aval par rapport à la coupe fig. 1, au sein du calcaire qui formait en partie l'ancien piton 204 — et notamment ce point culminant —,

1. Mais je n'ai pas constaté la présence des deux espèces : N. *millecaput* et *N. perforatus* que l'on a citées, depuis 1853, comme caractéristiques des calcaires éocènes de la région voisine (Kef Toumiette par exemple) et que L. Joleaud (*loc. cit.*, p. 208) signale dans le « Chaînon des Zerdeza », sans que ses cartes, ni sa coupe théorique, permettent d'en situer approximativement le gisement. En revanche, N. *atacicus* semble être l'espèce prédominante (ancienne berge gauche, lit d'oued, berge et escarpements de rive droite) à l'emplacement du barrage.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

une *lentille de poudingue-calcaire* P, ayant les caractères lithologiques ci-dessus définis, s'épaissit rapidement en plongeant sous le thalweg. L'ensemble : poudingue et calcaire à *Nummulites* traverse obliquement le fond du lit de l'oued, passe ainsi sous le corps du barrage, et reparaît à l'air libre sur la rive droite, où le conglomérat prend un énorme développement. C'est alors une masse rocheuse presque homogène, épaisse à elle seule de 100 m. au moins, large de 200 m. en affleurement, avec une longueur totale (depuis le piton 204) de 450 m. en direction WSW-ENE.

Deux galeries de dérivations, véritables tunnels à voûte semi-circulaire de 4 m. de rayon, ont traversé cet amas de poudingue respectivement sur 150 et 140 mètres, à la cote 155.

Le faisceau calcaire C_1-C_2, inférieur à ce conglomérat nummulitique sur la rive gauche et sous le barrage (comme aussi dans le Voile d'étanchéité), se relève verticalement à l'amont, rive droite, où il supporte un « mur de pied » édifié avant 1930, en vue de la construction d'un barrage en enrochement dont le projet a été abandonné. A partir de là, les bancs calcaires épousent la convexité de la masse P et forment, sur le dos de celle-ci, une sorte de carapace ondulée à la fois dans l'espace vertical et dans l'espace horizontal. Ce résidu calcaire (C_3) superposé au poudingue de rive droite, est large en moyenne de 60 à 70 m., long de 200 m. suivant le méridien, et épais de 4 ou 5 m. dans ses parties amincies ; ou de 18 à 20 m. dans ses renflements.

La fig. 1, dans ses « arrière-plans » en traits pointillés, montre précisément les rapports de positions entre poudingue et calcaires depuis l'ancien piton 204 (ou « Kef de rive gauche », que les travaux de fouilles ont fait disparaître), jusqu'au « Kef de rive droite » portant la cote 251.

L'énorme lentille de poudingue, dans sa partie nord-est où passe la route d'Oued Zenati, supporte une dernière récurrence (G_3) de grès rouges lithologiquement semblables à ceux de la lentille G_2 et de l'assise inférieure G_1 ; mais stratigraphiquement situés sur le prolongement du calcaire C_3 et jouant le même rôle que celui-ci par rapport au poudingue P, leur substratum commun.

Une autre particularité se présente sur la rive gauche, où le faisceau subvertical de calcaires et poudingues lutétiens intimement mêlés supporte, comme assise terminale de l'étage, non pas du grès rouge, mais une brèche calcaire remarquable pour laquelle j'ai proposé aux sondeurs d'adopter la désignation *brèche spéciale*, afin d'éviter certaines confusions entre cette

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

roche, les calcaires à Nummulites (ou sans Nummulites) et les poudingues-calcaires ; car la position stratigraphique de chaque sorte de roche ne doit pas être perdue de vue. Certains sondages, soit verticaux, soit horizontaux, ont traversé parfois « en séton » telle ou telle assise, tel ou tel banc ; et les ingénieurs ne s'en étaient pas exactement rendu compte. La brèche spéciale est localisée à la partie la plus élevée des couches lutétiennes. On la voit s'enfoncer vers le Nord au *Koudiat ben el Hadj* ; elle reparaît à l'air libre non loin du village temporaire de l'Entreprise et des Ponts et Chaussées (au flanc sud du *Sebargoud*), c'est-à-dire à plus d'un km. au Nord, avec plongement vers le Sud.

Dans l'intervalle s'étend l'*Éocène supérieur* (E. s.), constitué par un flysch gréso-schisteux, avec petites brèches ; poudingues par places ; traces de lignites ; etc. Ce nouvel étage complexe se superpose, en concordance approximative, au Lutétien. Il existe au Sud comme au Nord (c'est-à-dire en amont comme en aval) de la coupe, dont l'orientation moyenne est celle du plan tangent au Voile d'étanchéité suivant le sondage zéro (azimut : 79° E).

A l'extrémité orientale de cette coupe, le pli lutétien s'ennoie sous son enveloppe, laquelle est alors affectée d'un pendage périclinal au-dessus des grès rouges G_3. Cette charnière anticlinale, dans l'Éocène supérieur, est à moins de 350 m. du barrage, rive droite.

Sur la rive opposée, il faut aller beaucoup plus loin (à l'Ouest) pour trouver l'autre charnière du même pli. Mes explorations n'ont pas porté jusque là.

L'Éocène supérieur n'est comparable, par son faciès, ni au « Medjanien » ni au « Numidien » du département d'Alger. Il doit correspondre assez exactement au Priabonien de l'Europe occidentale. Son épaisseur aux environs du barrage est probablement plus considérable que celle du Lutétien ; mais il n'y a pas lieu de penser que ses couches supérieures appartiennent à l'Oligocène.

En résumé, le fait capital au point de vue stratigraphique, est la *grande diversité lithologique du Lutétien*, dont la puissance maxima est voisine de 225 m. sur la rive droite et à peu près moitié moindre sur la rive gauche.

Ces particularités locales ont longtemps dérouté les ingénieurs des Ponts et Chaussées, des Entreprises de construction et d'étanchéité, travaillant au barrage. J'ai été appelé à éclairer ces techniciens sur des circonstances géologiques, somme toute, banales ; mais constituant, à leurs yeux, des étrangetés.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

2° Tectonique.

Les dispositions tectoniques paraissaient aussi indéchiffrables. Leur complication déconcertante, à l'échelle des Travaux publics, résulte de la coexistence de *plusieurs sortes de courbures* affectant les roches : à celles d'origine structurale (ploiement anticlinal conjugué avec un ensellement d'axe très accusé), s'ajoutent celles d'origine lithogénique d'où résultent parfois des enrobages de roches les unes par les autres (grès gris parmi les grès rouges ; grès rouge ou poudingue, parmi les calcaires avec ou sans Nummulites). Il faut aussi mentionner des solutions de continuité, par failles et par plis-failles ; et évoquer les anomalies apparentes qu'elles créent le long des lignes flexueuses marquant les affleurements de ces fractures[1].

Les deux séries de coupes transversales ci-jointes (fig. 2 à 5 pour la rive gauche ; fig. 6 à 9 pour la rive droite), font apparaître, de proche en proche, les principaux changements d'aspects du pli anticlinal. Celui-ci est partiellement dédoublé dans les fig. 4 et 5. Les failles bordières, d'amont et d'aval, trouvent place dans les fig. 3 à 7. Celle d'amont, théorique dans sa partie ouest, prolonge le pli-faille du Mur de pied.

Comme on pouvait s'y attendre, la complication maxima se présente au voisinage de la vallée encaissée. Elle a prédestiné l'emplacement de l'accident géographique, presque paradoxal, que constitue le passage de l'oued Safsaf à travers la chaîne numidique, barrière méridionale de la Petite Kabylie.

Une vallée tectonique avait été façonnée à cet endroit, dans le matériel stratigraphique lutétien, par l'orogénèse tertiaire (phases pyrénéenne et alpine). La vallée hydrographique quaternaire s'est établie sur cet emplacement.

Les curieuses dissymétries que l'on observe, entre rive gauche et rive droite, sont faciles à expliquer bien qu'il n'y ait pas la moindre solution de continuité d'Ouest en Est, comme le prouve la fig. 1. Il suffit de considérer la contexture locale du Lutétien.

La carte géologique, que j'ai établie sur les plans au 1/200e et au 1/1.000e, fait apparaître une importante obliquité de l'axe topographique de la vallée ; et, en même temps, de l'axe d'implantation du barrage ; par rapport à l'orientation de la zone de contact entre roches résistantes (calcaires et poudingues) et roches de

1. Certains « brouillages » caractéristiques se présentent parfois, le long de la faille d'aval, de part et d'autre de l'ancien thalweg, sur une largeur de 3 à 4 m. Le pli-faille d'amont est presque entièrement caché par le « mur de pied » construit en 1928 ; mais il reste un jalon occidental (point coté 173, 10).

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

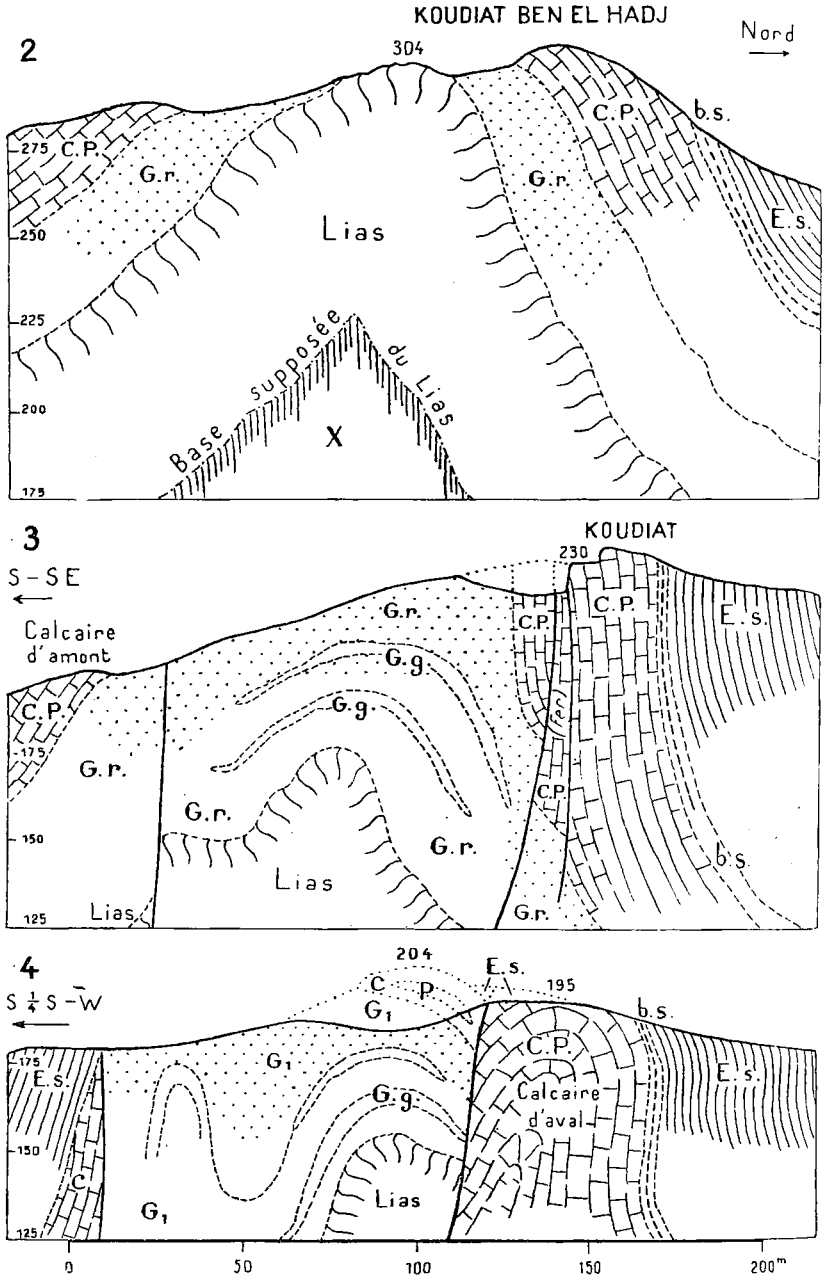


Fig. 2 à 4. — L'anticlinal (Lias-Lutétien) du *Koudiat ben el Hâdj* et son prolongement jusque sous l'aile gauche du barrage.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

faible cohésion (grès rouges). Cela se voyait parfaitement déjà sur mon premier croquis, provisoire, établi en 1930 pour la Commission spéciale des Travaux publics.

Cette disposition défavorable a eu des conséquences pratiques telles que le projet de barrage, en cours d'exécution, a dû subir des changements considérables. L'énorme fouille de rive gauche ayant supprimé toutes les roches dures (piton 204), n'a laissé pour assiette au futur massif de béton que les grès rouges inférieurs à ces roches. Un glissement de terres (grès rouges sur grès gris) s'est produit ; et le déséquilibre s'est propagé jusqu'au-dessus du Télécharge, dans la partie haute des couches subverticales, broyées et minéralisées, dont la fig. 3 montre les rapports de juxtaposition avec les grès rouges (avec léger déversement de l'ensemble).

5

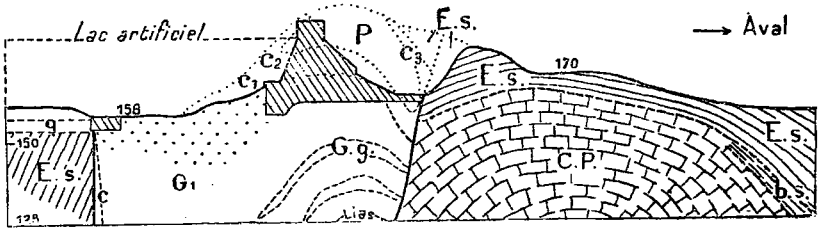


FIG. 5. — Même légende que fig. 2 à 4.

On s'est résolu à déblayer la plus grande partie des masses éboulées et à construire, malgré tout, l'ancrage de rive gauche sur les grès rouges (fig. 5). Mais il a fallu donner à l'ouvrage une hauteur moindre que celle d'abord prévue ; et l'on a réalisé une forme de barrage-poids étrangement dissymétrique, à la fois originale et fort ingénieuse, utilisant avec une rare perfection technique la structure géologique du substratum telle que la font apparaître les coupes ci-jointes, et spécialement, la fig. 5 [1].

On avait un moment renoncé à évacuer les terres éboulées ; et l'on songeait à ancrer l'aile gauche de l'ouvrage sur un petit massif calcaire situé immédiatement en aval de l'ancien piton

1. Si l'on reporte le plan du barrage réalisé, sur la carte géologique que j'ai établie, cette ingéniosité de la construction est encore plus frappante. Aucune partie du corps de l'ouvrage, ni de son aile gauche, ne repose sur la faille d'aval. Seul l'angle nord-ouest du bassin de chute recouvre cette zone disloquée, large de 0 à 4 m. (brouillage de rive gauche repéré sur mes cartes). C'est une sécurité en cas de mouvement séismique.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

204 (dont l'ablation totale avait été la cause directe de l'accident survenu). Ce projet, non réalisé, a du moins occasionné l'étude minutieuse de ce « calcaire d'aval » dès l'automne 1932.

Cette étude accessoire m'a conduit à établir des *topographies souterraines* strictement localisées ; puis à les prolonger (théori-

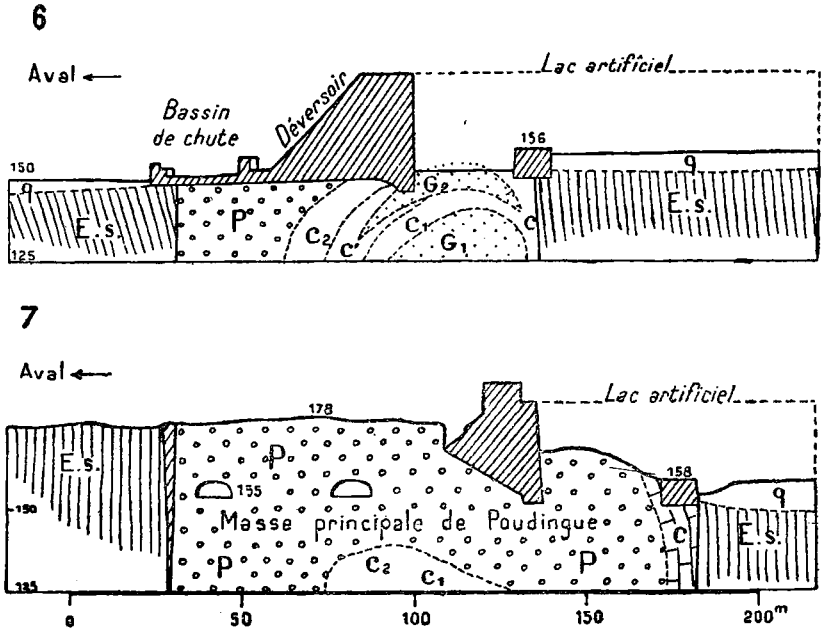


FIG. 6-7. — L'anticlinal, sous le corps du barrage et sous son aile droite ; puis dans la masse du poudingue lutétien (grandes carrières d'abord exploitées aux deux niveaux 195 et 205).

quement) vers l'amont et vers l'Ouest. C'est ainsi que j'ai dessiné la carte ci-jointe, fig. 10.

Quatre surfaces caractéristiques sont définies par des courbes de niveaux ; savoir :

I. Base du *Lutétien* détritique, siliceux, moulant les *bosses liasiques* du substratum ;

II. Base du faisceau calcaire-poudingue, reposant sur le faisceau détritique.

III. Base du « flysch », formant couverture sédimentaire du Lutétien.

IV. Surface d'affleurement (topographie superficielle) de ce même Lutétien, dans les parties où l'érosion a fait disparaître sa couverture priabonienne.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Les courbes de niveaux, à l'équidistance uniforme de 5 m., au-dessus du plan horizontal de cote 150, sont tracées en poin-

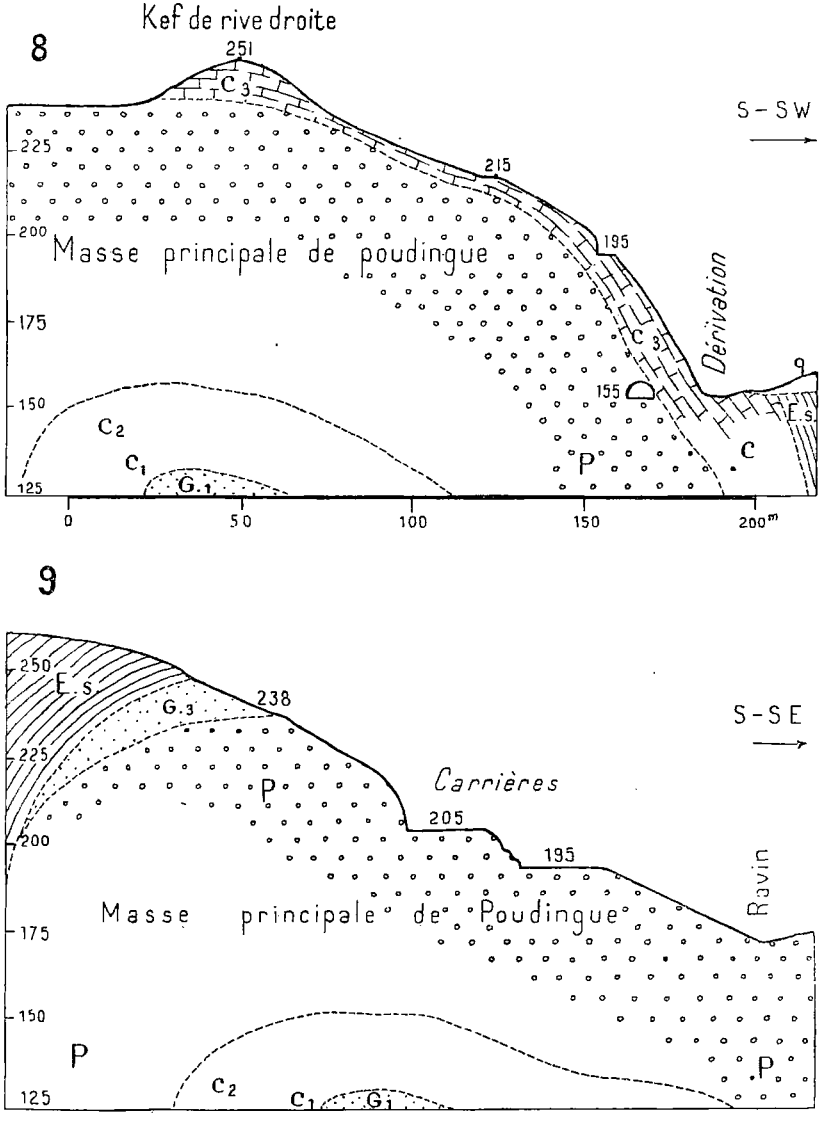


FIG. 8-9. — Même légende que fig. 6-7.

tillés pour les topographies souterraines (surfaces I, II et III); elles sont en traits continus (empruntés à la stéréo-topographie) pour la quatrième surface, limitée à l'affleurement du faisceau

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

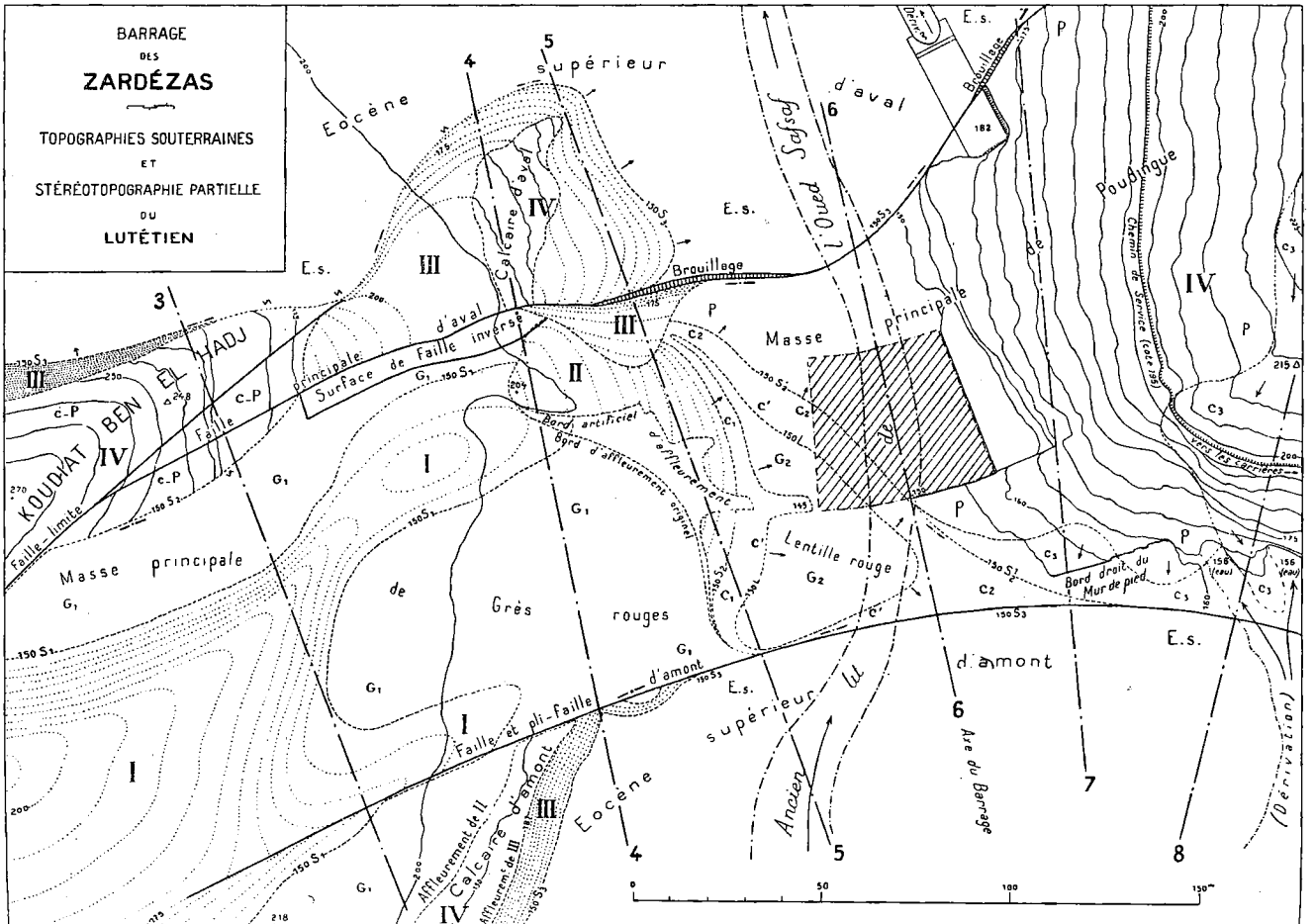


FIG. 10. — Carte des topographies souterraines : les lignes de points sont des courbes de niveaux pour les surfaces utiles à connaître ; les traits ponctués sont des contours stratigraphiques, au niveau du sol (carte géol.) et dans le plan horizontal de cote 150. Les traits pleins continus marquent les traces des surfaces de failles (ou plis-faille) sur la surface topographique normale. Celle-ci est en partie figurée par ses courbes de niveaux en traits fins continus : même équidistance (5 m.) que pour les topographies souterraines.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

rocheux, calcaire-poudingue, sur l'une et l'autre rive[1]. Il y a naturellement continuité entre les surfaces III et IV ; mais la première est « structurale », la seconde est « glyptogénique ».

Dans le plan horizontal de référence sont contenus les contours géologiques que voici (lignes ponctuées) :

1° 150 S_1 (surface I) est la limite entre *Lias* et base du *Lutétien* rouge.

2° 150 S_2 (surface II) est la limite entre faisceau détritique siliceux et faisceau calcaire-poudingue du *Lutétien*.

3° 150 L marque les contours de la *lentille rouge* G_2. (La tranchée du « parafouille » a échancré celle-ci en descendant jusqu'à la cote 145.)

4° 150 S^1_2 sépare le faisceau *calcaire* de la masse principale de *poudingue*.

Dans la partie est, cette courbe de niveau-limite se prolonge par le contour d'affleurement sinueux de la carapace calcaire C_3 située sur ce poudingue (ici jusqu'à la cote 225 incluse).

De même, dans la partie centrale du dessin, la ligne 150 S_2 se prolonge par le *bord d'affleurement* originel du faisceau calcaire sur G_1 ; et aussi par le bord d'affleurement artificiel créé par la grande fouille de rive gauche (à l'époque où a été établi le levé stéréotopographique).

5° La courbe 150 S_3 (surface III) est la limite entre *Éocène moyen* et *Éocène supérieur*, dans le plan horizontal de base.

Ainsi se trouve définie graphiquement, avec la plus grande précision possible, toute la structure caractérisant à la fois la gorge de l'Oued Safsaf, dite du *Zardézas*, le *Koudiat ben el Hadj* (rive gauche) et le prolongement de ce relief sur la rive droite.

La constitution stratigraphique et tectonique de ce remarquable fragment de la *Chaîne numidique* est élucidée, de la sorte, dans des conditions qui écartent toute possibilité de controverse. C'est la première fois, sans doute, qu'en Afrique du Nord un problème géologique est à la fois bien énoncé et bien résolu, en toute objectivité, grâce aux nombreux moyens de contrôle dont on dispose. L'heureuse collaboration du géologue avec les techniciens des Ponts et Chaussées, de la construction et de l'étanchéité, au *Barrage des Zardézas*, a abouti à ce résultat décisif qu'il m'a paru opportun de mettre en lumière.

1. La courbe 200, sur la rive gauche, a été prolongée au Nord et au Sud de cet affleurement, de manière à fournir un repère topographique continu ; de même que le tracé rétrospectif du lit de rivière. Le trapèze semi-curviligne couvert de hachures obliques représente le premier massif de béton déjà construit au moment du levé de stéréotopographie (décembre 1931) pour devenir le corps principal du barrage.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Coupe géologique de Cormeilles-en-Parisis (S.-et-O.)

par **R. Soyer** [1].

La colline de Cormeilles-en-Parisis montre l'une des plus belles coupes géologiques de la région parisienne. Les carrières et sablières qui s'étagent depuis le fond de la vallée jusqu'à la crête permettent d'observer toutes les couches comprises entre la 4e masse du Gypse et les Meulières de Montmorency.

La grande carrière des Établissements Lambert Frères, présente un front de taille haut de 80 mètres, elle est exploitée en gradins, au moyen de 12 banquettes. Bien que fort ancienne (ouverte en 1750), aucune coupe d'ensemble n'en a été publiée. A. Laville [9] a donné une coupe sommaire des assises exploitées et un relevé [10] des ossements recueillis entre les Marnes d'Entre-deux Masses et les Glaises Vertes. Mlle H. Alimen [1] a décrit le Sannoisien et le Stampien de Cormeilles-en-Parisis. Une coupe inédite, dressée par G. Sergent, est conservée dans les archives du Laboratoire de Géologie du Muséum ; elle est fort incomplète. Il existerait également une coupe inédite de G. Carez (Renseignement de M. Finaton).

L'intérêt de cette coupe est d'autant plus grand qu'elle est prolongée par un puisard et un forage de 95 mètres de profondeur aux sables sparnaciens. Le détail de ces ouvrages nous a été communiqué par la Direction des Établissements Lambert [2] et par M. Ragot, Directeur de la Société Forages et Matériel.

La colline de Cormeilles appartient à la 5e bande gypseuse de G.-F. Dollfus, dénommée par cet auteur « bande de Cormeilles-en-Parisis » [5]. Le sommet est formé par les meulières aquitaniennes (Meulières de Montmorency) ; celles-ci activement exploitées autrefois (Cuvier et Brongniart [2], p. 464), ne sont plus guère utilisées de nos jours ; il est possible de les observer encore dans quelques excavations situées sur la crête ; il subsiste quelques affleurements sur le versant nord-est de la colline, au-dessus de Franconville.

1. Note présentée à la séance du 20 novembre 1939.

2. Je prie MM. Lambert, Administrateurs, et Delattre, Directeur de la Platrière de Cormeilles-en-Parisis, d'accepter mes vifs remerciements pour l'autorisation d'étudier et de publier les coupes géologiques de leur carrière et pour les moyens d'étude qu'ils ont mis aimablement à ma disposition.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Coupe géologique de la colline de Cormeilles.

285. Terre végétale..... 1 m. 00 env.
284. Argile à meulières..... 1 m. 00 env.

Meulières de Montmorency : 1 à 3 m.
(165 m. 00 à 162 m. 00).

283. Meulières en plaquettes et en bancs disjoints (*Lymnea inflata, L. cylindrica, Chara medicaginula*)..... 1 à 3 m. 00

Sables de Fontainebleau : 38 à 40 m.
(Base à 123 m. 56).

282. Sable rougeâtre et jaunâtre, argileux au sommet.
(On rencontre au sommet des fragments de grès siliceux très durs, sans fossiles. P. Jodot [8] a signalé des débris de grès fossilifères à *Natica crassatina* épars dans les meulières ; il existerait donc des sables gréseux à la partie supérieure des Sables.)

Carrière des Établissements Lambert Frères.

Les Sables de Fontainebleau sont visibles dans la sablière située au Nord de la carrière, ils sont ravinés par des éboulis argileux, des limons gris à débris de meulières, et des sables attribués par M^lle^ H. Alimen (*id.*, p. 174) aux Sables de Lozère.

Coupe au Nord de la sablière.

Terre végétale rougeâtre..... 0 m. 60
280. Sable jaunâtre et verdâtre ; argileux, compact..... 4 m. 50
279. Sable quartzeux blanc-grisâtre, un peu argileux, galets de quartz, ravinement..... 0 m. 15
278. Sable blanc fin, compact, gréseux, légèrement micacé. 1 m. 50
277. Grès rougeâtre compact, fossilifère à la base (Faune publiée par H. Alimen)..... 1 m. 35
Sable blanc panaché de rouge au sommet, gréseux, légèrement micacé..... env. 6 m. 50

Coupe au Nord-Est de la sablière.

Terre végétale..... 1 à 2 m. 00
Limon gris à meulières (ravinant les Sables)..... 2 à 4 m. 00
Sable rougeâtre argileux à meulières..... 1 m. 00
Sable vert..... 2 à 4 m. 00
Sable blanc..... 1 m. 50 à 2 m. 00
Grès discontinu, rougeâtre, en traînées..... 1 à 2 m. 00
Sable blanc..... Mém.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Marnes à Huîtres : 5 m. 40
(de 123 m. 56 à 118 m. 16).

Terre végétale.

276. Sable rouge et blanc, zoné, rubéfié..... Mém.
Banquette.

275. Molasse verdâtre et jaunâtre, panachée, sableuse, quelques Huîtres..... 2 m. 35

274. Molasse calcaire, gris-clair, bourrée d'Huîtres..... 0 m. 65

273. Marne verdâtre argileuse, à dendrites..... 0 m. 23

272. Marne calcaire en plaquettes, gris-rougeâtre..... 0 m. 09

271. Marne argileuse verdâtre..... 0 m. 07

270. Molasse à *O. cyathula*..... 0 m. 13

269. Marne argileuse panachée vert et gris, et marne calcaire à Huîtres (cette couche a fourni une dent de *Carcharodon megalodon*) [11]..... 0 m. 65

268. Marne argilo-sableuse à *O. cyathula*..... 0 m. 25

267. Marne très argileuse, brune, à *Ostracodes*..... 0 m. 17

266. Marne blanche calcaire à dendrites..... 0 m. 06

265. Marne panachée verdâtre légèrement argileuse..... 0 m. 05

264. Marne jaunâtre calcaire, très fossilifère, avec *Pot. plicatum*, *C. conjunctum*, *O. cyathula*, etc..... 0 m. 25

263. Marne argilo-sableuse, peu fossilifère..... 0 m. 45
Banquette.

Calcaire de Sannois : 6 m. 30
(de 118 m. 16 à 111 m. 86).

262. Calcaire blanc-grisâtre, en lits alternants cristallins et amorphes..... 0 m. 40

261. Argile brune feuilletée..... 0 m. 05

260. Marne blanche..... 0 m. 10

259. Marne verdâtre et roussâtre ; tendre, compacte, argileuse, très fossilifère (fossiles écrasés)..... 0 m. 30

258. Marne gris-clair, argilo-sableuse..... 1 m. 05

257. Marne très argileuse, grise, feuilletée, à délits sableux très minces, débris de fossiles..... 0 m. 30

256. Marne argileuse grise, compacte, fossilifère (petites formes), empreintes de *Bythinies*..... 0 m. 77

255. Marne argilo-sableuse, à endurcissements locaux, fossilifère (couche à débris de poissons et ossements, *Cytherea incrassata*), passages de calcaire très fin, sableux, sub-oolithique..... 0 m. 18

254. Calcaire blanc-jaunâtre, marneux (*Cytherea incrassata*, *Lucina*, *Potamides*)..... 0 m. 18

253. Argile grise, feuilletée horizontalement. 0 m. 15 à 0 m. 20

252. Calcaire blanc-grisâtre, esquilleux, siliceux, fossilifère (*Cytherea*), parfois en deux bancs, à dendrites. 0 m. 16 à 0 m. 20

ensemble... 0 m. 35

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

251. Alternances de marnes argileuses, panachées vertes et rousses, feuilletées, de calcaires marneux, blanchâtres, de feuillets argileux noirâtres; toute la série est fossilifère ..... 0 m. 55
250. Calcaire blanc très dur, compact, quelques fissures tapissées de calcite ..... 0 m. 11
249. Marnes argileuses feuilletées vertes et rousses, à feuillets et paillettes de gypse cristallisé ..... 0 m. 50
248. Gypse saccharoïde rougeâtre, dur, compact, impur .... 0 m. 24
247. Argile brune feuilletée ..... 0 m. 02
246. Gypse saccharoïde marneux, impur ..... 0 m. 34
245. Argile feuilletée vert-noirâtre, rubéfiée, nombreux cristaux de gypse ..... 0 m. 06
244. Argile verte compacte ..... 0 m. 50
243. Marne calcaire dure, blanc-bleuâtre, petites inclusions argileuses ..... 0 m. 30

Marnes vertes : 5 m. 25
(de 111 m. 86 à 106 m. 61).

Banquette.

242. Marnes vertes compactes sans nodules ..... 5 m. 00 à 5 m. 25

Banquette.

Glaises à Cyrènes : 1 m. 50
(de 106 m. 61 à 105 m. 11).

241. Argiles grises et vertes, feuilletées, à *Cyrena convexa* et *Amya Munieri*, très gypseuses. Filets de Pied d'alouette épais de 2 cm., nodules de cristaux, rubanés, de 0 m. 30 ..... 1 m. 50

Banquette.

Marnes blanches : 6 m. 87
(de 105 m. 11 à 98 m. 24).

240. Gypse saccharoïde finement feuilleté, légèrement marneux, passant parfois à des marnes blanches ..... (**Le Marabet**). 1 m. 40
239. Marne blanche grumeleuse, gypseuse et filets argileux. 0 m. 02
238. Gypse saccharoïde grisâtre, compact ..... 0 m. 14
237. Feuillet vert, argileux, très fin ..... Mém.
236. Marne blanche calcaire, compacte, légèrement verdâtre, en 2 bancs ..... (**La Blanche**). 1 m. 43
235. Gypse lité marneux, impur ..... 0 m. 06
234. Gypse cristallisé, rubané ..... 0 m. 05
233. Marne calcaire blanchâtre ..... 0 m. 08
232 *bis*. Gypse sacch., gris clair bien lité, marneux. (**Les Chiens**). 0 m. 355
232. Marne blanche, tendre, disjointe ..... (**Marne Amérique**). 0 m. 21
231. Marne grumeleuse blanche ..... 0 m. 12
230. Marne blanche très compacte ..... 0 m. 75

Banquette.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

229. Marnes blanches magnésiennes, compactes, noduleuses..... 1 m. 21
228. Marne blanc-verdâtre, feuilletée, calcaire..... 0 m. 13
227. Croûte gypseuse cristalline et limonite..... 0 m. 005
226. Marne blanc-verdâtre, plus calcaire au sommet, prismatique..... 0 m. 63
225. Marne blanche argileuse, cassure conchoïdale..... 0 m. 28

Marnes bleues : 8 m. 81
(de 98 m. 24 à 89 m. 43).

224. Marne feuilletée, panachée, argileuse, jaune, blanche verte, avec croûtes gypseuses, cristaux lamellaires de gypse, grains de limonite (Écaille de *Crocodilus* sp.)..... 0 m, 30
223. Marne bleuâtre zonée..... 0 m. 08
222. Argile bleu-noirâtre feuilletée, filets de poussière gypseuse..... 0 m. 06
221. Gypse grisâtre impur, cristaux feutrés marneux..... 0 m. 05
220. Alternances de marnes argileuses vertes et bleues, et de filets gypseux feutrés, noirâtres, impurs, en bancs de 1 à 2 cm..... (**La Caillasse**). 0 m. 27
219. Marnes très argileuses, feuilletées, fibreuses..... 0 m. 34
218. Marne bleu-verdâtre, cassure conchoïdale..... 0 m. 44
217. Marne argileuse bleu foncé, finement litée. (**Les Patates**). 0 m. 63
216. Argile brune et marne blanche argileuse, alternantes. 0 m. 30
215. Marne bleu-verdâtre, compacte, feuilletée, en bancs épais, avec filets de gypse sableux..... 2 m. 03
214. Marnes bleu-noirâtre à croûtes gypseuses..... 0 m. 02
213. Gypse saccharoïde blanchâtre, très dur, compact, feuillets marneux fins, intercalés..... (**Les Poules**). 0 m. 30
212. Marne jaunâtre et verdâtre compacte, cassure conchoïdale, avec feuillets cristallisés gypseux tous les 6 à 7 cm. — à 0 m. 63 de la base, niveau pyriteux et ligniteux, avec poussière de gypse, diverses intercalations gypseuses minces..... 1 m. 79
211. Gypse marneux feuilleté, impur, sur soubassement mamelonné..... 0 m. 09
210. Marnes argileuses panachées grises et bleues..... 0 m. 27
209. G. saccharoïde gris très impur, cristaux rougeâtres irréguliers..... 0 m. 05
208. Marne bleuâtre argileuse, compacte, gypseuse à la base..... 0 m. 27
207. Marnes argileuses blanches, grises et bleues, alternantes, feuilletées, fibreuses, recristallisations verticales de gypse dans les fissures de retrait..... 0 m. 61
206. Gypse saccharoïde blanchâtre, marneux à la base, assez dur, bien cristallisé..... (**Les Chiens**). 0 m. 22

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

205. Marne blanc-jaunâtre..... 0 m. 01
204. Gypse brun, impur, marneux, à cristaux irréguliers... 0 m. 04
203. Marnes argileuses, jaunâtres et bleues, alternantes, intercalations argileuses fines..... 0 m. 16
202. Marne argileuse jaunâtre, feuilletée, cassure argileuse, avec filets de gypse rougeâtre, cristallin, très minces et cristaux lenticulaires isolés — quelques débris de poissons..... 0 m. 48

Haute-masse du gypse : 16 m. 84
(de 89 m. 43 à 72 m. 59).

Banquette.

201. Gypse saccharoïde gris et rouge, en plaquettes, délité. (**Banc feuilleté**). 0 m. 24
200. G. sacch. gris, compact, en 2 bancs.. (**Les Moutons**). 0 m. 73
199. G. sacch. feuilleté, disjoint..... 0 m. 06
198. G. sacch. blanc-grisâtre..... (**Les** 0 m. 17
197. Filet de Gypse rubané..... **Écuelles**). 0 m. 01
196. G. sacch. en plaquettes disjointes.... 0 m. 06
195. G. sacch. gris-tendre..... 0 m. 27
194. G. sacch. gris, zoné, feuilleté horizontalement, bancs de cristaux lenticulaires..... (**Les Plâtres tendres**). 0 m. 41
193. G. sacch. zoné, cristallisé confusément. (**Tête des Bossus**). 1 m. 00
192. G. sacch. blanc-grisâtre, compact, cristaux assez fins. (**Les Bossus**). 0 m. 61
191. Gypse rubané..... (**Ceinture de la Reine**). 0 m. 01 à 0 m. 02
190. G. sacch. gris-rosé compact..... (**Le Blanc Lit.** 0 m. 31
189. G. sacch. gris-blanchâtre, dur, compact..... (**La Franche Pierre**). 0 m. 29
188. G. sacch. gris-blanchâtre, cristaux plus volumineux..... 0 m. 53
187. G. sacch. gris-blanchâtre, grain assez fin. (**Banc feuilleté**). 0 m. 15
186. G. sacch. gris-clair, grain fin..... 0 m. 71
185. G. sacch. gris-rosé, tendre, gros cristaux..... (**Le gros banc de pierre tendre**). 0 m. 68
184. G. sacch. rougeâtre, dur, compact.... 0 m. 19
183. G. sacch. gris-rosé, tendre, bien cristallisé..... 0 m. 72
182. G. sacch. brun, compact, très dur.... 0 m. 46
181. G. rougeâtre très dur, niveaux très cristallins..... (**Plâtres mi durs**). 0 m. 42
180. G. sacch. dur, grain grossier..... 0 m. 30
179. G. sacch. gris-rougeâtre, assez tendre. 0 m. 72
178. G. sacch. grisâtre, en bancs compacts, prismatiques.. (**Les 5 Pieds ou Gros Dur**). 1 m. 59

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

177. G. sacch. blanc-jaunâtre dur..... (**Bande jaune**). 0 m. 30
176. G. sacch. gris-foncé, dur, compact.... (**Les Billots**). 1 m. 90
175. G. sacch. gris-rosé à grands cristaux..... (**Gros Banc de sel**). 1 m. 05
174. G. sacch. rosé, très dur, à grain fin, bien cristallisé. (**Pierre dure ou Banc de sel**). 0 m. 62
173. G. sacch. gris, très dur, compact, à grands cristaux..... (**Le Sel**). 0 m. 30
172. G. sacch. marneux, jaunâtre, tendre.. (**Le Sel**). 0 m. 12
171. G. sacch. gris-rosé, dur, grain fin..... (**Le Sel**). 0 m. 45
170. G. sacch. rose, dur, en 2 bancs (30-30). (*Anoplotherium* sp.)..... (**Banc de Fer**). 0 m. 60
169. G. sacch. rouge, tendre..... 0 m. 35

Banquette

168. Argile verte feuilletée..... 0 m. 03
167. G. sacch. gris, dur, compact..... 0 m. 18
166. Marne argileuse, verte et jaune, feuilletée, quelques nodules gypseux..... (**Fonds de Plâtre dur**). 0 m. 13
165. G. sacch. blanc-grisâtre dur, mamelonné sur les 2 faces..... 0 m. 16

Marnes d'Entre-deux masses : 4 m.
(de 72 m. 59 à 68 m. 59).

164. Marne argileuse grise, feuilletée, tenace (marne carton)..... 0 m. 07
163. G. sacch. rose, compact, mouchetures d'oxyde de fer..... 0 m. 32
162. Marne argileuse gris-clair, feuilletée... 0 m. 02
161. G. sacch. gris-rosé, dur, compact, cristaux lenticulaires au sommet..... (**Les Œufs**). 0 m. 22
160. G. sacch. rosé, dur, compact, filets rubanés (d'après Laville on aurait trouvé dans cette couche une mandibule de *Paleotherium*)..... 0 m. 17
159. G. sacch. rougeâtre, avec un feuillet rubané..... 0 m. 08
158. Marne jaunâtre compacte, fibreuse, très gypseuse, dendrites (Mandibule de *Paleotherium*, fide Laville). (**Marne de Sartrouville**). 0 m. 35
157. G. sacch. jaunâtre, marneux, discontinu, passant à des marnes gypseuses à grands cristaux lenticulaires..... 0 m. 26
156. Marne blanc-verdâtre, dure, compacte, gypseuse, passages de gypse saccharoïde..... 0 m. 46
155. G. sacch. gris-clair, marneux, feuilleté, filets cristallins..... 0 m. 07
154. G. sacch. gris-bleuté, impur, marneux, dur..... 0 m. 16
153. Marne argileuse, verte, compacte.. (**Marne à ciment**). 0 m. 32

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

152. G. sacch. gris, compact, marneux, en 2 bancs. (**Les Chiens**). 0 m. 34
151 *bis*. Marne gris-clair, dure, compacte, gypseuse..... 0 m. 42
151. Marne gris-clair, dure, compacte, conchoïdale, mouchetures argileuses verte et rose, à dendrites. (**Marne à Chaux**). 0 m. 74

2e Masse du Gypse : 7 m. 19
(de 68 m. 59 à 61 m. 40).

Banquette.

150. Gypse saccharoïde blanc-grisâtre, assez dur, compact..... (**Les Petits Moutons**). 0 m. 29
149. Croûte gypseuse, gros cristaux lenticulaires..... 0 m. 01
148. G. sacch. grisâtre, dur, 2 cordons de gypse rubané.. (**La Cale Grise**). 0 m. 11
147. G. sacch. crème, tendre, marneux, pulvérulent. (**Les Billoteux**). 0 m. 12
146. G. sacch. blanc-rosé, en plaquettes.... (**Les Fleurs**). 0 m. 52
145. G. sacch. blanc, compact..... (**Les Gros Moutons**). 0 m. 32
144. Gypse Pied d'alouette..... (**La Laine**). 0 m. 12
143. Marne blanche, tendre, délitée..... 0 m. 06
142. G. sacch. jaunâtre, tendre, pulvérulent. 0 m. 03
141. G. sacch. gris, cristallin..... (**Les Mégras**). 0 m. 06
140. G. sacch. jaunâtre, tendre, pulvérulent. 0 m. 05
139. 5 bancs de Pied d'Alouette alternant avec des couches saccharoïdes..... (**Les Bouzins**). 0 m. 50
138. G. sacch. gris, feuilleté, rougeâtre, cristallin..... 0 m. 09
137. G. sacch. gris, feuilleté, très dur, mamelonné, cristallin..... (**Les Sablonneux**). 0 m. 05
136. G. sacch. gris-clair, assez dur..... 0 m. 13
135. G. sacch. blanc, cristallin, assez tendre. 0 m. 13
134. Gypse Pied d'Alouette..... 0 m. 17
133 G. sacch. rougeâtre, cristallin..... (**La Pierre Franche**). 0 m. 05
132. G. sacch. rougeâtre..... 0 m. 26
131. G. sacch. gris-clair, compact..... 0 m. 41
130. G. sacch. blanc-grisâtre, assez dur. (**Rouge de la Pierre Franche**). 0 m. 55
129. Gypse Pied d'Alouette..... 0 m. 05
128. G. sacch. blanchâtre..... (**Le Petit Jaune**). 0 m. 06
127. Gypse Pied d'Alouette, ondulé et noduleux..... 0 m. 11
126. G. sacch. blanc-grisâtre, feuilleté, délits rougeâtres. (**Le gros Jaune**). 0 m. 23
125. Gypse Pied d'Alouette..... 0 m. 08
124. G. sacch. rougeâtre, lité, en un banc. (**Les Ardoises**). 0 m. 13
123. G. sacch. gris et rouge, tendre, feuilleté. (**Les Crapauds**). 0 m. 33
122. Marne compacte, conchoïdale, jaune à la base, grise au sommet..... 0 m. 38

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

121. G. sacch. jaunâtre tendre.....
120. G. sacch. blanc-grisâtre..... (**Le Banc Blanc**). 0 m. 18 0 m. 34
119. Marne jaune, dure, compacte, gypseuse..... 0 m. 15

Banquette.

118. G. sacch. blanc-grisâtre. (**Grignards de Banc Blanc**)... 0 m. 21
117. G. sacch. blanchâtre, en petites plaquettes.....
116. G. sacch. jaunâtre, assez fin, compact..... (**Le Banc Rouge**). 0 m. 08 0 m. 25
115. Gypse Pied d'Alouette.....
114. G. sacch. zoné, gris et rougeâtre, à très gros cristaux..... (**Les Grignards du Banc Rouge**). 0 m. 10 0 m. 16
113. Argile brune feuilletée, gypseuse..... 0 m. 06
112. G. sacch. rouge, tendre, à grands cristaux, mamelonné, en 2 bancs séparés par un filet d'argile bleue.. (**Les Pains de 4 livres**). 0 m. 26

Marnes à Lucines : 1 m. 86
(de 61 m. 40 à 59 m. 54).

111. Argile verdâtre, feuilletée..... 0 m. 05
110. Marne jaune argileuse, mouchetée de rouille, un peu gypseuse..... 0 m. 09
109. Marne feuilletée, brun-noirâtre, magnésienne, à cristaux lenticulaires de gypse..... 0 m. 07
108. Marnes panachées, argileuses, très feuilletées, surtout à la base, blanc-verdâtres, bleutées et jaunâtres ; un banc de nodules gypseux, très durs au sommet.... 0 m. 36
107. Marne feuilletée, brun-noirâtre, magnésienne, à petits cristaux lenticulaires..... 0 m. 06
106. Gypse sacch. grisâtre, impur, très dur..... 0 m. 15
105. Marne gypseuse grise (fentes de retrait remplies par marne jaune)..... 0 m. 25
104. G. sacch. impur, cristaux mal formés, compact, dur. (**Les Bouffis**). 0 m. 18
103. Argile noire feuilletée..... 0 m. 01
102. Marne bleuâtre, compacte, noduleuse, cassure conchoïdale..... 0 m. 24
101. Marne jaune fibreuse, compacte, nombreux cristaux et feutrage de gypse..... 0 m. 40

3° Masse du Gypse : 2 m. 54
(de 59 m. 54 à 57 m. 00).

Banquette.

100. Gypse saccharoïde très dur, mamelonné, au sommet croûte d'oxyde de fer..... (**Les Petits Moutons**). 0 m. 27
99. Gypse gris sale, tendre, pulvérulent, marneux, à cristaux rougeâtres..... (**Les Cales**). 0 m. 11

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

98. Gypse sacch. en 2 bancs (20-10 cm.). (**Les Gros Moutons**). 0 m. 30

97. Gypse en plaquettes, feuillets blancs, gris et rubéfiés.....
96. G. sacch. très blanc..... } (**La Laine**). 0 m. 05 / 0 m. 05

95. Gypse Pied d'Alouette.....
94. Gypse saccharoïde..... } (**Les Pains Bis**). 0 m. 14 / 0 m. 17

93. Gypse Pieds d'Alouette, cristaux opposés par la pointe.....
92. G. sacch. blanchâtre, avec 3 petits cordons de Pied d'Alouette..... } (**Le Gros Guillaume**). 0 m. 22 / 0 m. 45
91. Gypse Pied d'Alouette..... 0 m. 06

90. G. sacch. blanchâtre mamelonné..... 0 m. 05
89. Gypse Pied d'Alouette..... 0 m. 12
88. Marne argileuse, jaune, fibreuse, mouchetée d'oxyde de fer..... 0 m. 17

Banquette.

87. G. sacch. blanc-grisâtre, zoné, un peu marneux... (**Les Culs**). 0 m. 35
86. G. sacch. blanchâtre, dur, compact. (**Le Banc Blanc**). 0 m. 13

Marnes à Pholadomyes : 1 m. 65
(de 57 m. 00 à 55 m. 35).

85. Argile grisâtre feuilletée, fossilifère (*Ph. ludensis*)... 0 m. 14
84. Marne jaune, compacte, fossilifère (*Pholadomya ludensis* et *Macropneustes Prevosti*)..... 0 m. 15
83. Marnes gris-verdâtres, compactes, avec bancs de gros cristaux de gypse, à 0 m. 40 du sommet qq. fossiles. 1 m. 00
82. Argile grise feuilletée..... 0 m. 26
81. Caillasse siliceuse grise, très dure..... 0 m. 10

4° Masse du Gypse :
(55 m. 35).

Gypse lité, impur, marneux (fond du caniveau du puisard)..... sur 0 m. 30

PUISARD.

Cet ouvrage évacue les eaux qui sourdent au contact des marnes à Pholadomyes de la 4e masse du Gypse.

Il a traversé :

80. La 4e masse du Gypse..... sur 0 m. 60

Puis a rencontré :

79. Marne bleuâtre..... 0 m. 20
Sables verts..... sur 2 m. 50

On peut donc attribuer une hauteur de 0 m. 80 à la 4e masse du Gypse.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Forage.

Le Forage, exécuté en 1899 par Portet et Bernard, servait de puits absorbant. Il avait été descendu à 78 m. 20 de profondeur, dans les Sables de Cuise.

En 1903, il fut approfondi de 17 mètres, retubé, et utilisé pour l'approvisionnement en eau de l'Usine. Il capte la nappe des Sables du Soissonnais qui correspondent sans doute aux Sables de Sinceny, c'est-à-dire la zone supérieure du Sparnacien. Le niveau statique se tenait à 5 m. 20 de l'orifice (alt. 57 m. 80). En pompage, avec une dénivellation de 15 m. 80, on obtenait un débit horaire de 4 m³ 260, soit : 102 m³ environ par 24 heures.

Coupe du Forage.

Avant-puits : 4 m.
(de 63 m. 00 à 59 m. 00).

	Prof.	Cote.	Épais.	Nature de la couche.
	1 m. 00	62 m. 00	1 m. 00	Du plancher de manœuvre à la tête du puits.
	4 m. 00	59 m. 00	3 m. 00	Puits ⌀ : 1 m. 00.
				3° Masse du Gypse : sur 1 m. 57 (de 59 m. 00 à 57 m. 43.)
	4 m. 75	58 m. 25	0 m. 75	Gypse gris-jaune, moyenne dureté.
	5 m. 57	57 m. 43	0 m. 82	Gypse gris-jaune avec veines cristallisées (dur à percer).
				Marnes à Pholadomyes et 4° Masse du Gypse : 2 m. 43 (de 57 m. 43 à 55 m. 00).
	6 m. 05	56 m. 95	0 m. 48	Marne jaune-blanchâtre, avec rognons calcaires.
	8 m. 00	55 m. 00	1 m. 95	Marne jaune-grisâtre, avec rognons calcaires.
				Sables verts infragypseux : 3 m. 20 (de 55 m. 00 à 51 m. 80).
78.	8 m. 50	54 m. 50	0 m. 50	Marne jaune peu sableuse, très ferme.
77.	9 m. 05	53 m. 95	0 m. 55	Marne jaune très sableuse, avec rognons calcaires.
76.	10 m. 72	52 m. 28	1 m. 67	Sable jaune très peu marneux.
75.	11 m. 20	51 m. 80	0 m. 48	Argile jaune très compacte.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Calcaire de Saint-Ouen : 10 m. 87
(de 51 m. 80 à 40 m. 93).

74.	11 m. 32	51 m. 68	0 m. 12	Calcaire gris-jaunâtre très dur.
73.	11 m. 40	51 m. 60	0 m. 08	Marne blanc-jaunâtre, très compacte.
72.	12 m. 33	50 m. 67	0 m. 93	Calcaire jaunâtre très dur.
71.	14 m. 46	48 m. 54	2 m. 13	Marne blanche avec petites plaquettes calcaires.
70.	15 m. 07	47 m. 93	0 m. 61	Marne gris-verdâtre avec rognons de calcaire.
69.	20 m. 13	42 m. 87	5 m. 06	Marne jaune blanchâtre avec quelques rognons de calcaire jaunâtre.
68.	20 m. 51	42 m. 49	0 m. 38	Marne grise, marron, petits rognons de calcaire jaunâtre et petites plaquettes de silex rouge foncé de 2 à 3 cm. d'épaisseur, très dures.
67.	21 m. 31	41 m. 69	0 m. 80	Calcaire jaunâtre avec veines de silex.
66.	22 m. 07	40 m. 93	0 m. 76	Marne jaune blanchâtre, avec quelques plaquettes de calcaire jaunâtre.

Sables de Beauchamp : 13 m. 22
(de 40 m. 93 à 27 m. 71).

65.	23 m. 40	39 m. 60	1 m. 33	Sable blanchâtre argileux, dur à percer.
64.	23 m. 70	39 m. 30	0 m. 30	Sable gris foncé, peu argileux.
63.	27 m. 75	35 m. 25	4 m. 05	Sable jaune très peu argileux.
62.	27 m. 93	35 m. 07	0 m. 18	Banc de grès, moyenne dureté.
61.	29 m. 18	33 m. 82	1 m. 25	Sable gris-verdâtre, argileux, avec plaquettes de grès de 12 à 15 cm.
60.	29 m. 61	33 m. 39	0 m. 43	Grès très dur à percer.
59.	29 m. 90	33 m. 10	0 m. 29	Sable gris-vert très argileux.
58.	30 m. 28	32 m. 72	0 m. 38	Grès gris excessivement dur.
57.	30 m. 78	32 m. 22	0 m. 50	Sable gris-vert argileux.
56.	31 m. 07	31 m. 93	0 m. 29	Marne grise avec veines verdâtres, très argileuse.
55.	31 m. 38	31 m. 62	0 m. 31	Grès gris, moyenne dureté.
54.	32 m. 35	30 m. 65	0 m. 97	Marne grise un peu verdâtre.
53.	33 m. 18	29 m. 82	0 m. 83	Sable gris très dur.
52.	33 m. 48	29 m. 52	0 m. 30	Sable gris-verdâtre, très marneux.
51.	33 m. 72	29 m. 28	0 m. 24	Grès gris très dur à percer.
50.	34 m. 03	28 m. 97	0 m. 31	Sable gris très marneux.
49.	34 m. 57	28 m. 43	0 m. 54	Grès gris très dur.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

48.	35 m. 00	28 m. 00	0 m. 43	Sable gris très marneux.
47.	35 m. 29	27 m. 71	0 m. 29	Grès gris très dur.

Lutétien : 32 m. 22
(de 27 m. 71 à 4 m. 51).

a) *Lutétien supérieur (Marnes et Caillasses) : 7 m. 92*
(27 m. 71 à 19 m. 79).

46.	37 m. 21	25 m. 79	1 m. 92	Marne jaunâtre avec veines grises et rognons calcaires jaunes.
45.	38 m. 07	24 m. 93	0 m. 86	Marne grise, veinée jaunâtre, avec rognons et plaquettes de calcaire gris gréseux, très dur.
44.	40 m. 06	22 m. 94	1 m. 99	Marne jaune grisâtre avec rognons et plaquettes de calcaire de 12 à 15 cm. d'épaisseur.
43.	40 m. 70	22 m. 30	0 m. 64	Marne blanc-grisâtre avec rognons et plaquettes de calcaire blanchâtre très dur.
42.	41 m. 43	21 m. 57	0 m. 73	Calcaire jaunâtre excessivement dur.
41.	42 m. 10	20 m. 90	0 m. 67	Veines de marne jaunâtre de 10 à 15 cm. d'épaisseur.
40.	42 m. 44	20 m. 56	0 m. 34	Calcaire jaune blanchâtre dur.
39.	43 m. 21	19 m. 79	0 m. 77	Marne blanche avec veines grises, rognons et petites plaquettes dures.

b) *Lutétien supérieur (Calcaire grossier supérieur) : 4 m. 70*
(de 19 m. 79 à 15 m. 09).

38.	43 m. 99	10 m. 01	0 m. 78	Calcaire gris très dur.
37.	44 m. 45	18 m. 55	0 m. 46	Marne grise peu foncée et plaquettes de calcaire gris très dur.
36.	45 m. 41	17 m. 59	0 m. 96	Calcaire gris excessivement dur.
35.	46 m. 30	16 m. 70	0 m. 89	Marne blanc-grisâtre.
34.	46 m. 67	16 m. 33	0 m. 37	Calcaire gris.
33.	47 m. 12	15 m. 88	0 m. 45	Marne grise très foncée.
32.	47 m. 74	15 m. 26	0 m. 62	Calcaire jaunâtre-grisâtre, avec veines siliceuses (excessivement dur).
31.	47 m. 91	15 m. 09	0 m. 17	Marne jaune-grisâtre avec veines très foncées.

c) *Lutétien inférieur (Calcaire grossier moyen) : 6 m. 36*
(de 15 m. 09 à 8 m. 73).

30.	52 m. 40	10 m. 60	4 m. 49	Calcaire jaunâtre (excessivement dur).

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

29.	53 m. 69	9 m. 40	1 m. 20	Marne gris-blanchâtre avec plaquettes de calcaire de 10 à 12 cm.
28.	54 m. 27	8 m. 73	0 m. 67	Calcaire gris très dur.

d) *Lutétien inférieur (Calcaire grossier inférieur) : 13 m. 22.*
(de 8 m. 73 à 4 m. 51).

27.	54 m. 62	8 m. 38	0 m. 35	Marne grise légèrement verdâtre, chloritée.
26.	55 m. 90	7 m. 10	1 m. 28	Marne verdâtre, tendre, avec quelques petites plaquettes.
25.	63 m. 05	0 m. 05	7 m. 15	Marne chloritée grise, verdâtre, sableuse ; veines de sable calcaire gris.
24.	63 m. 72	0 m. 72	0 m. 67	Calcaire chlorité gris-vert, dur.
23.	65 m. 63	2 m. 63	1 m. 91	Marne chloritée.
22.	66 m. 16	3 m. 16	0 m. 53	Calcaire chlorité excessivement dur.
21.	67 m. 05	1 m. 05	0 m. 89	Marne chloritée grise, verdâtre, petits bancs de calcaire chlorité.
20.	67 m. 51	4 m. 51	0 m. 46	Calcaire chlorité gris-verdâtre, quartzeux, très dur.

Cuisien : 17 m. 79
(de 4 m. 51 à 22 m. 30).

19.	70 m. 00	7 m. 00	2 m. 49	Sable vert très argileux, quelques petits rognons de silex noir.
18.	70 m. 95	7 m. 95	0 m. 95	Sable vert fin un peu argileux.
17.	74 m. 50	11 m. 50	3 m. 55	Sable gris très foncé, veines verdâtres très argileuses.
16.	75 m. 90	12 m. 90	1 m. 40	Sable gris foncé, un peu argileux.
15.	78 m. 20	15 m. 30	2 m. 30	Sable gris foncé.
14.	79 m. 95	16 m. 95	1 m. 75	Sable gris foncé dur à percer.
13.	82 m. 10	19 m. 10	2 m. 15	Sable gris entrecoupé de sable vert assez dur.
12.	84 m. 45	21 m. 45	2 m. 35	Sable gris fin, très dur à percer.
11.	85 m. 30	22 m. 30	0 m. 85	Sable gris fin, tacheté verdâtre, dur à percer.

Sparnacien (Équivalent du niveau de Sinceny) : 9 m. 70
(de 22 m. 30 à 32 m. 20).

10.	85 m. 68	22 m. 63	0 m. 38	Argile brun-noirâtre, entrecoupée de sable gris et fin.
9.	86 m. 15	23 m. 15	0 m. 47	Sable gris-noirâtre, légèrement argileux.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

8.	86 m. 70	23 m. 70	0 m. 55	Argile noirâtre, entrecoupée de sable gris-blanc, fin.
7.	87 m. 22	24 m. 22	0 m. 52	Sable gris, fin, dur à percer.
6.	89 m. 03	26 m. 03	1 m. 81	Sable gris fin, légèrement argileux.
5.	89 m. 46	26 m. 46	0 m. 43	Argile à lignite un peu sableuse.
4.	92 m. 32	29 m. 32	2 m. 86	Sable gris fin, noir, argileux, assez dur à percer.
3.	92 m. 67	29 m. 67	0 m. 35	Sable gris-noir, veiné de sable blanc.
2.	93 m. 82	30 m. 82	1 m. 15	Sable gris, fin, noir, argileux.
1.	95 m. 20	32 m. 20	1 m. 38	Sable gris-blanc, fin, dur à percer.

Récapitulation.

	Épaisseur	*Sommet à*
Meulières de Montmorency	3 m. 80	165 m. 00
Sables de Fontainebleau	38 m. 44	162 m. 00
Marnes à Huîtres	5 m. 40	123 m. 56
Calcaire de Sannois	6 m. 30	118 m. 16
Marnes vertes	5 m. 25	111 m. 86
Glaises à Cyrènes	1 m. 50	106 m. 61
Marnes blanches	6 m. 87	105 m. 11
Marnes bleues	8 m. 81	98 m. 24
1re Masse du Gypse	16 m. 84	89 m. 43
Marnes d'Entre-deux Masses	4 m. 00	72 m. 59
2e Masse du Gypse	7 m. 19	68 m. 59
Marnes à *Lucina inornata*	1 m. 86	61 m. 40
3e Masse du Gypse	2 m. 54	59 m. 54
Marnes à *Pholadomya ludensis*	1 m. 65	57 m. 00
4e Masse du Gypse	0 m. 80	55 m. 35
Sables Verts infragypseux	3 m. 20	55 m. 00
Calcaire de Saint-Ouen	10 m. 87	51 m. 80
Sables de Beauchamp	13 m. 22	40 m. 93
Lutétien	32 m. 22	27 m. 71
Cuisien	17 m. 79	— 4 m. 51
Sparnacien (Sables supérieurs)	9 m. 70	— 22 m. 50

Remarques stratigraphiques.

Sables de Fontainebleau. — Ils ne présentent aucun fait nouveau. Les grès inférieurs ont été bien décrits par Mlle H. Alimen.

Marnes à Huîtres. — Elles sont visibles sur toute leur hauteur et atteignent 5 m. 40 ; c'est l'épaisseur qu'elles présentent à l'Est de Paris (Romainville : 5 m. 40). A Frépillon, les marnes sont puissantes de 5 m. environ [3].

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Calcaire de Sannois. — Il est bien plus développé ici qu'à Argenteuil (2 m. 42). Je place dans cette série la marne calcaire et le banc d'argile verte de la base que Dollot, Godbille et Ramond attribuent aux Marnes Vertes ; ces 2 couches se retrouvent à l'Est de Paris, le banc marno-calcaire de la base peut passer à des calcaires durs, et la marne verte qui le surmonte diminue souvent d'épaisseur; elle disparaît même parfois et les marnes reposent alors directement sur la série des Marnes Vertes ; d'ailleurs, A. Dollot a placé ultérieurement [7] ces deux bancs dans le Calcaire de Brie.

Les bancs de Gypse impur, saccharoïde, signalés à Argenteuil, existent à la base du Calcaire de Sannois.

Marnes vertes. — Elles n'offrent aucune particularité.

Glaises à Cyrènes. — Elles sont très gypseuses et coupées d'une multitude de feuillets gypseux rubanés et de gypses noduleux vers la base.

Marnes blanches. — Les marnes blanches sont particulièrement gypseuses, puisqu'en dehors du Marabet, banc puissant du sommet (1 m. 40), l'on trouve 4 niveaux gypseux subordonnés.

Marnes bleues. — Leur coupe est comparable à celle d'Argenteuil.

Haute-Masse ou 1re Masse du Gypse. — La Haute-Masse est très homogène, sans interbancs marneux ; il est parfois difficile de distinguer la séparation des bancs.

Dans la partie supérieure de la Masse (Plâtres tendres) la teneur en SO^4 Ca $2H^2O$ atteint 93 % ; elle s'élève à 95 % environ dans les plâtres mi-durs, et à 97 % dans les plâtres durs de la base.

Marnes d'Entre-deux Masses. — On ne retrouve pas ici les grandes géodes de Gypse Fer de Lance, si communes dans cette assise à l'Est de Paris.

2e Masse du Gypse. — Elle est aussi épaisse qu'à Argenteuil, avec une puissance de 7 m. 19. Bien homogène, elle ne comporte que deux bancs marneux situés vers la base, et constitue ainsi une masse particulièrement intéressante pour l'exploitation. La teneur en Sulfate de Chaux hydraté dépasse 90 % ; elle s'élève même à 96 % dans certains bancs.

Marnes à Lucines. — Les Marnes à Lucines sont relativement faibles avec 1 m. 86 d'épaisseur, alors qu'à Argenteuil elles ont 2 m. 65. Sous Paris elles peuvent atteindre 4 mètres.

3e Masse du Gypse. — Cette masse gypseuse, épaisse de 2 m. 54, offre une épaisseur moyenne ; à Argenteuil, elle atteint

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

2 m. 98 ; à Paris, rue Louis-Blanc : 3 m. ; à Romainville : 2 m. 77.

Marnes à Pholadomyes. — Elles sont très fossilifères et constituent, actuellement, le seul gisement accessible de la région parisienne. Bien développées, avec 1 m. 65 d'épaisseur.

On y rencontre en abondance : *Pholadomya ludensis*, *Macropneustes Prevosti*, associés aux espèces habituelles : *Voluta Fabri*, *Potamides tricarinatus*, var. *vouastensis* etc...

4e Masse du Gypse. — Son sommet seul est visible dans la carrière ; le puisard traverse cette masse dont l'épaisseur est réduite à 0 m. 80 environ.

Le forage, situé à 300 m. environ au Sud du front de taille, ne l'a pas rencontrée, il a trouvé à ce niveau des marnes à rognons calcaires, comparables aux couches rencontrées dans la coupe de La Frette par Carez et Vasseur [12], des calcaires siliceux et quartz cariés, sur une hauteur de 37 cm. Il s'agit ici de roches calcaro-siliceuses substituées au Gypse (Pseudomorphoses).

Sables Verts infragypseux. — Bien développés sur 3 m. 20 de hauteur, ils sont peu fossilifères ; seule leur base présente quelques empreintes, alors qu'à Argenteuil et La Frette ils ont fourni une faune à *P. tricarinatus*. Ils sont marneux au sommet et argileux à la base qui renferme quelques bancs de grès. Des sondages effectués récemment dans la région de Cormeilles ont montré la régularité de ce faciès.

Calcaire de Saint-Ouen. — Le calcaire de Saint-Ouen n'offre aucun caractère particulier ; à la base, le niveau bien net de Mortefontaine, de faciès calcaire, contient *Avicula Defrancei*.

Sables de Beauchamp. — Ils renferment des bancs gréseux à divers niveaux et quelques couches argileuses à la base. Les Sables extraits de sondages exécutés à Cormeilles sont fossilifères et l'on rencontre *N. variolarius* dans les bancs sableux du sommet.

Lutétien. — Les Marnes et Caillasses se réduisent à 7 m. 92 d'épaisseur. Par contre, le Calcaire grossier inférieur (Zone III) présente une extension assez grande, avec plus de 13 m. de hauteur.

Cuisien. — Les Sables verts et gris, parfois argileux, placés dans le Cuisien, ne sont pas fossilifères. Toutefois leur attribution à cet étage ne fait aucun doute car les sables sparnaciens sous-jacents sont rarement glauconieux dans la région parisienne.

Sparnacien. — Les Sables gris-noirâtres, subordonnés au Cuisien s'apparentent aux Sables de Sinceny, mais leur épaisseur est bien plus importante dans la région parisienne que dans la localité type.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

La séparation du Cuisien et du Sparnacien s'opère, à Cormeilles, par des argiles brunes et des sables gris, argileux, comme dans les forages de Saint-Martin-du-Tertre [4] où la base du Cuisien renferme des Nummulites roulées, des fragments de lignites et des nodules gréseux.

Remarques tectoniques.

Dans la Carrière des Établissements Lambert, les couches subhorizontales paraissent inclinées vers l'Est.

Deux sondages carottés, effectués récemment dans la commune de Cormeilles, indiquent avec précision l'allure générale des couches dans cette région.

Sondage n° 1. — A l'angle du Boulevard d'Alsace et du Boulevard de Lorraine.

(à 2 km. à l'Ouest de la Carrière.)

	Cote du sol : 73 m. 40
Terre végétale et Limons.....	5 m. 50 de 73 m. 40 à 67 m. 90
Éboulis.....	3 m. 30 de 67 m. 90 à 64 m. 60
Ludien (Pseudomorphoses).....	4 m. 55 de 64 m. 60 à 59 m. 05
Sables Verts infragypseux.....	2 m. 95 de 59 m. 05 à 56 m. 10
Calcaire de Saint-Ouen..... ...	11 m. 20 de 56 m. 10 à 44 m. 90
Sables de Beauchamp.....	13 m. 35 de 44 m. 90 à 31 m. 55
Lutétien..... sur	16 m. 45 de 31 m. 55 à 15 m. 10

Sondage n° 2. — A 100 m. à l'Ouest de la Route Nationale et du pont de la voie de raccordement des Établissements Lambert.

(à 1.300 m. au Sud-Ouest de la Carrière.)

	Cote du sol : 63 m. 10
Terre végétale, Limons et Éboulis.....	7 m. 00 de 63 m. 10 à 56 m. 10
Calcaire de Saint-Ouen.....	11 m. 30 de 56 m. 10 à 44 m. 80
Sables de Beauchamp.....	13 m. 00 de 44 m. 80 à 31 m. 80
Lutétien..... sur	13 m. 80 de 31 m. 80 à 18 m. 00

Si l'on compare l'altitude du sommet de quelques couches à Cormeilles et Argenteuil, on constate que la pente est faible.

Sommet	*Cormeilles*	*Argenteuil* Carrière Volembert	Différence d'altitude
Glaises vertes.....	111 m. 86	106 m. 17	5 m. 69
Marnes blanches....	105 m. 11	99 m. 12	5 m. 99
Haute-Masse.....	89 m. 43	83 m. 60	5 m. 83

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Marnes d'Entre-deux-Masses.....	72 m. 59	67 m. 42	5 m. 17
2e Masse.....	68 m. 59	62 m. 82	5 m. 77
Marnes à Pholadomyes.....	57 m. 00	49 m. 65	7 m. 35

soit, pour une distance de 3 km. 500, un pendage moyen Sud-Est de 1,7 °/₀₀.

Pour les formations subordonnées à la série gypseuse, on peut également comparer la cote supérieure des étages :

Sommet	*La Frette*	*Cormeilles* sondage 1	*Cormeilles* sondage 2	*Cormeilles* Carrière Lambert	*Enghien* Sondage du Champ de Course	*Epinay* Sondage de la Cie Gle des Eaux	*Argenteuil* Carrière Vaucelle
Calcaire de Saint-Ouen.	57 m.40	56 m.10	56 m.10	51 m.80	35 m.70	10 m.53	35 m.22
Sables de Beauchamp...	47 m.90	44 m.90	44 m.80	40 m.93	24 m.70	— 0 m.40	—
Lutétien.....	32 m.00	31 m.55	31 m.80	27 m.71	10 m.45	— 15 m.67	—
Cuisien.....	2 m.40	—	—	— 4 m.51	—	—	—
Sparnacien.....	—	—	—	— 22 m.50	— 32 m.70	— 38 m.37	—

Le pendage est plus rapide vers le Nord, il atteint respectivement 2,2 °/₀₀ et 3,4 °/₀₀, pour le sommet du Calcaire de Saint-Ouen, entre les sondages 1 et 2 et le forage des Établissements Lambert : pour le sommet du Lutétien : 1,9 °/₀₀ et 3,1 °/₀₀.

Si l'on prend comme surface de référence le sommet des Marnes à Pholadomyes, on peut établir des comparaisons à plus grande distance, et l'on constate qu'au Nord-Est de Cormeilles le pendage diminue.

Altitude du sommet des Marnes à (Pholadomya ludensis).

La Frette.....	61 m. 16
Cormeilles-en-Parisis (Carrière Lambert).....	57 m. 00
Argenteuil (Carrière Volembert).....	49 m. 65
Ermont (Gare), (d'après Dollfus et Vasseur).....	55 m. 00

La pente atteint à peine 0,5 °/₀₀ entre Cormeilles-Lambert et la gare d'Ermont, distante de 4 km. et située au milieu du Synclinal de Saint-Denis. Les couches remontent légèrement sur le versant nord du synclinal et atteignent la cote 57 m. 75 à Montlignon (forage Bécot) ; ces différences sont sans importance et le pendage est moins accentué que sur le territoire de Cormeilles.

En résumé, la Coupe géologique de la butte de Cormeilles présente une série nummulitique très complète, allant du Sparnacien à l'Aquitanien. Elle montre l'extension du Cuisien et du

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Sparnacien supérieur sableux au Nord-Ouest de Paris. La série ludienne est bien développée, avec toutefois une légère réduction d'épaisseur des termes de base. Le Sannoisien marin (Calcaire de Sannois) est plus important qu'à Argenteuil et à Sannois même. Il en est de même des Marnes à Huîtres.

BIBLIOGRAPHIE

1. H. Alimen. — Étude sur le Stampien du Bassin de Paris. *Mém. Soc. Géol. de France*, n° 31, 1936, 309 p., 7 pl.
2. Cuvier et Brongniart. — Description géologique des environs de Paris. 3e édition, in-8°, 1835.
3. Dollfus et Vasseur. — Coupe géologique du Chemin de fer de Méry-sur-Oise, entre Valmondois et Bessancourt. *B.S.G.F.*, (3). t. VI, 1878, p. 243 à 405.
4. G.-F. Dollfus. — Feuille de Châteaudun au 80.000e. — Feuille de Bourges au 320.000e. *B.S.C.G.F.*, t. XXII, n° 133, 1913, p. 26.
5. G.-F. Dollfus. — Description sommaire des collines gypseuses de la feuille de Paris, au 80.000e. *B.S.C.G.F.*, t. XXVI, n° 146, 1921-1922.
6. A. Dollot, P. Godbille et G. Ramond. — Les grandes plâtrières d'Argenteuil (S.-et-O.). *Mém. Soc. Géol. de France*, 4e série, t. I, n° 1, 1905.
7. A. Dollot. — Profil en long géologique du Chemin de fer Métropolitain de Paris (Ligne n° 3), de la Porte Champerret à la Porte des Lilas. Échelle des longueurs : 1 : 1.000e. Échelle des hauteur : 1 : 200e. Publication du Service Technique du Métropolitain, 1902, 1903, 1918.
8. P. Jodot. — Sur la présence de fossiles marins dans les meulières chattiennes de Cormeilles-en-Parisis. (Observations de MM. Paul Lemoine et G.-F. Dollfus.) *Compte rendu somm. S.G.F.*, (4), t. XXII, 1922, p. 157.
9. A. Laville. — Galerie des Spermophiles. Carrière Lambert à Cormeilles-en-Parisis, à + 140. *Feuille des Jeunes Naturalistes*, n° 156, oct. 1908, p. 241 à 246.
10. A. Laville. — Vertébrés fossiles du Gypse parisien et du Sannoisien des environs de Paris. *Feuille des Jeunes Naturalistes*, n° 497, mai 1912, p. 61 à 65, n° 498, juin 1912, p. 69 à 78.
11. F. Priem. Sur les poissons fossiles du Stampien du Bassin de Paris. *B.S.G.F.* (4), t. VI, 1906, p. 195 à 205, pl. VIII.
12. L. Vasseur et G. Carez. — Coupe géologique de la terrasse de la Seine à La Frette, près Cormeilles-en-Parisis (S.-et-O.). *B.S.G.F.* (3), t. IV, 1875-76, p. 471 à 476, pl. XIV.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

La géologie du Chablais

(Feuille de Thonon, au 1 : 80.000, 2e édition)

par **Élie Gagnebin**[1].

Les remarques suivantes ont été exposées en présentant à la Société la minute originale de la 2e édition de la *feuille de Thonon* au 1 : 80.000, qui venait d'être déposée au Service de la Carte géologique de la France. Nous espérons bien consacrer à la description de ce territoire un volume illustré de coupes et de croquis. Mais en attendant, ces quelques pages serviront de complément à la notice explicative de la feuille.

Depuis 1931, je travaille à sa révision ; elle était assez loin d'être terminée lorsque, du fait de la guerre, l'ordre me fut subitement donné de livrer ma minute dans le plus bref délai ; certaines régions, soit en France, soit en Suisse, n'ont donc pas été revues, ou l'ont été trop hâtivement, à mon vif regret[2]. Par contre, j'ai bénéficié de précieuses collaborations : M. Augustin Lombard, privat-docent à l'Université de Genève, m'a remis ses levés inédits de la montagne des Voirons ; M. André Chaix, ceux de la montagne d'Hirmente ; M. Adrien Jayet, ceux du canton de Genève. La Commission géologique suisse, présidée par M. le Prof. A. Buxtorf, de Bâle, a très aimablement autorisé ses collaborateurs à me communiquer leurs documents inédits pour la partie suisse de la feuille. J'ai pu consulter notamment la carte au 1 : 25.000, non encore publiée, de M. A. Falconnier, portant sur le principal secteur ici figuré du Jura, et celle de M. E. Paréjas sur les environs de Genève (feuille 451 de l'Atlas suisse). En juin 1939, M. Daniel Schneegans a fait faire des exercices de lever de carte géologique à deux de ses étudiants, MM. Mainguy et Milcoveanu, dans la contrée de Bernex (Memise-Dent d'Oche) et m'a confié le résultat de leurs recherches.

1. Note présentée à la séance du 4 décembre 1939.

2. Entre autres : tout le pied du Jura ; dans les Préalpes, la région de Boège-Saxel-Habère Poche ; celle de Novel-Bouveret ; celle au NW de Vouvry ; celle à l'E de Morzine.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

I. QUATERNAIRE

Les *formations glaciaires* sont bien développées dans le bassin du Léman. La première édition de la feuille les avait quelque peu négligées ; nous nous sommes attachés, avec M. Adrien Jayet, à leur étude.

1. — Glaciations anciennes.

Si la plus grande étendue est occupée par des dépôts de la dernière glaciation (Wurmien) et de son retrait (Tardiwurmien), ils laissent percer sous eux des alluvions interglaciaires et, par places, des moraines de l'avant-dernière extension du glacier du Rhône (Rissien). On voit cette moraine rissienne en trois endroits de la feuille : 1° Dans la ville même de Genève, sur la rive droite du Rhône, où MM. A. Jeannet et E. Joukowsky l'ont découverte en 1931. 2° Aux environs d'Hermance : soit au bord du lac où elle n'apparaît que lors des très basses eaux et où M. A. Jayet l'a signalée (43), soit dans la partie aval de la rivière (72). 3° Dans la gorge de la Dranse, au SE de Thonon, où elle est admirablement nette. C'est là que Morlot, en 1858, l'avait observée pour la première fois dans les Alpes, établissant ainsi l'existence d'au moins deux périodes glaciaires (33, p. 24 sq.). Quoi qu'on en ait dit, la découverte de Morlot garde toute sa valeur et la réalité des deux dernières glaciations rhodaniennes, avec entre elles un retrait du glacier au moins jusqu'à l'E de Thonon, est incontestable.

Quant aux deux premières glaciations alpines, dont les dépôts sont bien distincts en Suisse centrale (région de Zurich, cf. 4, 75), on n'en trouve aucun reste certain dans le bassin du Rhône. Mais l'étude des formes d'érosion et particulièrement des banquettes glaciaires nous permet de supposer, non sans de bonnes raisons, qu'elles se sont étendues aussi sur notre territoire (33). Le vaste « plateau de Thollon » qui domine la rive sud du Léman et s'abaisse de l'E à l'W avec une régularité remarquable, de 1.000 à 700 m. d'altitude jusqu'à la vallée de la Dranse, serait la surface de la première glaciation rhodanienne (Günz), correspondant au Jorat de l'autre côté du lac et aux banquettes supérieures de la vallée transversale du Rhône. Selon l'hypothèse de M. Lugeon (63) et de E. Joukowsky (51), la cuvette du Léman n'existait pas avant cette première glaciation et la Dranse continuait son cours vers le N, vers le Rhin, par la dépression de la Venoge, rejointe par le Rhône valaisan au NW de Lausanne. Un seuil

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

molassique séparait ce réseau rhénan du bassin de l'Arve, dont un affluent occupait la région synclinale du « Petit Lac » (Nyon-Genève). La capture, par cet affluent de l'Arve, de la Dranse et du Rhône a dû s'accomplir avant la seconde glaciation (Mindel), si les banquettes inférieures de la vallée du Rhône représentent bien le thalweg de cette époque (33, p. 54). Pour le thalweg rissien, son niveau était plus bas que les vallées actuelles, comme l'a prouvé Joukowsky (49), et plus bas que le réseau wurmien : c'est pourquoi la moraine de cette avant-dernière glaciation a pu se conserver, comme nous l'avons vu, en quelques endroits, dans le fond du sillon rhodanien. Le pays n'a subi aucun soulèvement depuis la glaciation rissienne.

On peut s'étonner que la moraine rissienne soit si étroitement localisée dans ce sillon ; certains auteurs en ont inféré que la glaciation rissienne avait été très brève. Mais la vallée de la Dranse nous a révélé l'existence de gorges épigéniques préwurmiennes, emplies d'alluvions interglaciaires ; ce qui implique évidemment que les segments anciens, antérieurs à ces segments épigéniques, étaient comblés de moraine rissienne, laquelle était donc beaucoup plus étendue qu'aujourd'hui (33, p. 33). L'érosion interglaciaire en a supprimé la plus grande partie.

2. — Dépôts interglaciaires.

Nous avons admis, sur la feuille, que toutes les alluvions recouvertes de moraine wurmienne dataient de la dernière période interglaciaire, ceci malgré leurs différences d'altitude. A Genève, en effet, le sommet de ce qu'on appelle, depuis Necker (1841) « l'alluvion ancienne » est à 400 m. environ ; à Hermance, sur la rive orientale du lac, également. Mais entre deux, sur la butte de molasse de Cologny-Pressy, on la voit affleurer à 465 m. et même à 475 m. d'altitude. Sur la rive occidentale du lac, à Versoix, le sommet de l'alluvion ancienne se trouve vers 400 m. ; plus à l'W, près des Baraques, il est à 420 m. : Jayet (72) estime que c'est un sillon différent, séparé de celui de Versoix par une croupe molassique. Ce sillon se poursuit vers le NNE, car des captages par puits filtrant ont atteint l'alluvion ancienne, sous la moraine wurmienne, dans le haut du village de Commugny et 900 m. à l'W de Founex, de même vers 420 m. d'altitude (72, p. 43). Au N du puits de Founex, l'alluvion ancienne affleure entre 430 et 435 m. Dans le même sillon mais plus au S,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

elle apparaît près de Mategnin et du Grand Sacconnex, à 440 m. A Divonne-les-Bains, d'après Joukowsky (50), le captage d'une source a trouvé aussi l'alluvion préwurmienne, probablement vers 480 m. : ce serait un 3e sillon.

Tous ces dépôts-là sont fort analogues. Mais il en est d'autres, d'aspect différent : le « conglomérat de La Côte », qui s'étend de Begnins à Féchy, au-dessus de Rolle, sur 10 km., perché sur un coteau molassique et recouvert par la moraine wurmienne, entre 570 et 650 m. d'altitude ; c'est un cailloutis par places fort grossier, cimenté à sa surface, aux galets presque exclusivement d'origine valaisanne. La plupart des auteurs l'ont considéré comme plus ancien que les alluvions genevoises. Il en est de même du « poudingue de la Dranse », si bien développé au SE de Thonon et qui est constitué presque uniquement de galets préalpins ; son sommet, de 530 m. d'altitude au-dessous d'Armoy, monte vers l'amont jusqu'à 700 m. dans la Dranse d'Abondance (au S de Chevenoz) et jusqu'à 730 m. dans le Brévon (au S de Vailly). Enfin, au NE de Lausanne, l'alluvion anté-wurmienne des Cases se trouve à 780 m. d'altitude.

Pour Kilian et Révil (53), par exemple, les poudingues de La Côte et de la Dranse, vu leur altitude, ne peuvent pas être du même âge que l'alluvion ancienne de Genève, qui se trouve « emboîtée » en contre-bas : les premiers sont des cailloutis de progression wurmienne, la seconde un cailloutis de progression « néo-wurmienne ». Entre les deux, le glacier du Rhône aurait dû se retirer de la région, laisser l'érosion fluviale approfondir la vallée, et revenir après le dépôt des cailloutis « emboîtés ». Telle était l'opinion générale lorsqu'en 1931 E. Joukowsky (52) a montré au contraire qu'un glacier avançant dont le front serait à Genève, ou en aval de Genève, peut fort bien avoir son flanc droit, plus en amont, à La Côte, à 500 m. ou 600 m. d'altitude, au bord de la cuvette rocheuse, préexistante, du Léman, et y faire déposer par ses eaux de fonte des alluvions épaisses. Tandis qu'à son flanc gauche, près de Thonon, le même glacier déterminait un lac de barrage où les trois branches de la Dranse, dont les glaciers locaux s'avançaient aussi, apportaient des alluvions préalpines. Le glacier du Rhône, continuant à s'accroître, recouvrit ensuite tous ces cailloutis de sa moraine de fond.

Nos recherches ont entièrement confirmé les vues de M. Joukowsky. Nous considérons donc toutes ces alluvions comme des dépôts de progression wurmienne ; et les seules formations strictement « interglaciaires » de notre feuille seraient les marnes

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

charbonneuses que l'on connaît depuis longtemps en aval de Genève, sous l'alluvion ancienne, et dans lesquelles on a trouvé des limnées, des planorbes, des hélicidés, des clausilies, avec des débris de hêtre, de chêne, de sapin (48) [1].

3. — **Dépôts tardiwurmiens.**

Lors du retrait du glacier wurmien du Rhône, un nouveau lac de barrage latéral s'établit sur son flanc gauche, dans la même dépression de la Dranse, au SE de Thonon; de nouvelles alluvions s'y déposèrent, provenant soit de la rivière, soit du glacier et s'étalant sur la moraine de fond wurmienne. Actuellement, ces alluvions constituent une série continue de terrasses (la carte en montre 17 ou 18) qui s'emboîtent les unes dans les autres, depuis l'altitude de 730 m. jusqu'au niveau actuel du Léman (375 m.) sur une largeur de plus de 6 km. M. Ch. Jacob les a remarquablement étudiées, en 1904, dans un de ses premiers travaux scientifiques (42). Il faut en inférer que la surface du lac s'abaissait par saccades, à mesure que le glacier fondait. Il est manifeste que la formation de ces terrasses n'a pas été interrompue par une phase d'érosion et le retour d'un glacier; leur continuité condamne donc l'hypothèse d'une récurrence néo-wurmienne du glacier du Rhône, comme nous l'avons démontré en 1933 (27).

Le retrait graduel des glaces est également manifesté par une série de vallums, dont la succession témoigne qu'il n'y eut pas, à cette époque, de fortes récurrences, ni de stationnements particulièrement prolongés. Entre Genève et Lausanne, comme entre Genève et Lugrin (à l'E d'Évian), on compte une dizaine ou une douzaine de lignes de retrait marquées par des remparts morainiques successifs à peu près égaux et tout voisins les uns des autres (33, p. 9-13). Dans la contrée de Thonon, plusieurs de ces vallums sont en relation avec les terrasses et il sera possible, par une étude minutieuse, de dessiner à peu près l'extension du glacier correspondant à certaines d'entre elles.

1. M. E. Paréjas (74) considère au contraire ces marnes charbonneuses comme un dépôt « glacio-lacustre » rissien, et l'alluvion ancienne comme un cailloutis de retrait rissien. Mais J. Favre (21) a justement montré que les dépôts glacio-lacustres étaient totalement dépourvus d'organismes. Quant à l'alluvion ancienne de la Dranse, nous avons démontré (33, p. 35) qu'elle ne pouvait pas dater du retrait du Riss puisque le chenal où elle s'est formée est taillé, au-dessous d'Armoy, dans la moraine rissienne : une période d'érosion est donc intervenue entre le dépôt de cette moraine et celui de l'alluvion. Il en est de même, d'après A. Jayet, en amont de Bellegarde.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Ces terrasses de Thonon sont encore remarquables par un autre phénomène : c'est l'abondance, à leur surface, de grandes dépressions ovalaires, bien localisées, avec des diamètres de 20, 30, 100 ou même 200 m. et des profondeurs atteignant 20 à 30 m. Ces trous sont dus à la fusion de paquets de glace détachés du glacier, de « glace morte », enfouis dans les alluvions, ainsi que Brückner l'avait déjà reconnu (**75**, p. 558). Nous les avons appelés *dolines périglaciaires*, pour les distinguer des dolines karstiques (**33**, p. 21). Il s'en trouve aussi quelques-unes près de la gare de Perrignier, au SSW de Thonon, dans des alluvions analogues, et de magnifiques au SSE d'Évian, près des lacs de la Bennaz, dans la moraine du glacier du Rhône et dans celle d'un glacier local (**35**).

Les 3 dernières terrasses de Thonon, situées 30 m., 10 m. et 3 m. au-dessus du niveau du Léman, se retrouvent à l'embouchure de nombreuses rivières, tout autour du lac. Ce sont les « terrasses lémaniques », étudiées déjà par Morlot et par Forel (**22**). Les terrasses d'altitude supérieure, par contre, n'existent qu'en certains endroits et à des hauteurs fort variables. Ces terrasses supérieures, nous l'avons vu, se sont formées dans un lac de barrage latéral, en bordure du glacier wurmien en train de fondre. Or à Thonon, la continuité de ces terrasses glaciaires avec les terrasses lémaniques est frappante : il s'avère donc que le lac de barrage latéral, à l'embouchure de la Dranse, dont le niveau s'abaissait par à-coups successifs depuis l'altitude de 730 m., a fini par se confondre avec le Léman (**36**).

Les sables et cailloutis de la terrasse de 30 m. n'ont jamais livré de Mollusques, non plus que les terrasses plus élevées ; mais on y a trouvé des restes de Mammouth et de Renne (**21**, **32**). La terrasse de 10 m. correspond à peu près au Magdalénien (**46**) et contient une faune de Mollusques peu différente de celle qui habite aujourd'hui le Léman (**21**). Au Néolithique, le lac avait atteint son niveau actuel, ainsi que le prouvent les stations de palafittes.

Jean de Charpentier avait déjà observé que le retrait du glacier du Rhône permit aux glaciers locaux, jurassiens et préalpins, de se développer librement (**37**, p. 30). La carte montre bien ce phénomène [1].

1. M. Raoul Blanchard (**8**, p. 23) estime qu'il eût été « impossible aux montagnes chablaisiennes de fournir un glacier assez puissant pour pousser en avant à un moment où le glacier du Rhône était déjà fort en recul ». N'empêche qu'elles l'ont fourni. J. de Charpentier, dès 1841, a donné l'explication parfaitement juste et claire de cette singularité.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

II. LE BASSIN MOLASSIQUE

L'extension des dépôts quaternaires dans le bassin du Léman ne laisse que peu de place aux affleurements des terrains molassiques, si ce n'est entre Lausanne et le bord du chaînon préalpin des Pléiades (qui s'allonge entre Montreux et Châtel-Saint-Denis). Mais cette région n'a pas fait l'objet de recherches récentes systématiques et bien des points restent obscurs ou douteux dans sa stratigraphie et dans sa tectonique.

On sait cependant que la plus grande partie de la molasse lémanique est d'âge chattien, de faciès saumâtre ou d'eau douce (m_1). Et ses variations latérales de faciès, bien qu'on ne puisse encore en préciser le détail, montrent nettement que la molasse est un produit de la désagrégation des chaînes alpines, alors toutes récentes, sédimenté dans une nappe d'eau peu profonde mais affectée d'une subsidence considérable.

Au-devant des Préalpes, au N de Vevey, se dresse la montagne du Pélerin, faite de gros bancs de poudingue alternant avec des grès et des marnes, plissés en un vaste synclinal flanqué à l'E d'un anticlinal. Ces poudingues ont livré, à Châtel-Saint-Denis, dans leurs couches supérieures, *Helix Ramondi*, *rugulosa*, *Glandina inflata*, *Clausilia Escheri* ; et à Rivaz, dans leurs couches inférieures, *Helix Ramondi*, *Planorbis cornu*, *Ancylus Dogei*, *Cyrena exilis*, *Sphaerium Blancheti* (**2**, p. 214), ainsi que la riche flore du Moulin Monod étudiée par Oswald Heer (**41**). Ils sont donc, du haut en bas, d'âge chattien. C'est l'énorme delta d'un Rhône oligocène. Une particularité intéressante de ce conglomérat, c'est parmi ses éléments (presque uniquement sédimentaires : les galets cristallins y sont une rareté), l'abondance des cailloux de radiolarite rouge ou verte. Car une seule des nappes constituant les Préalpes renferme, dans sa série stratigraphique, de telles radiolarites, c'est la nappe de la Simme. Or cette nappe n'est plus représentée, actuellement, que par de petits lambeaux pincés dans un synclinal des Préalpes médianes (**45, 38**). La composition du poudingue du Pélerin donne la preuve que l'extension de cette nappe fut beaucoup plus grande à l'Oligocène.

Vers le N et vers l'W, les bancs de poudingue se transforment en grès de moins en moins grossiers où s'intercalent davantage de couches marneuses, puis des calcaires lacustres et des lits de charbon qui furent exploités à Pully et à Belmont (**55, 91**). C'est à l'E de Pully, dans ces mines de charbon, que furent trou-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

vées la flore et la faune de vertébrés de Rochette (41). Sous ces couches lacustres, la molasse devient plus marneuse et contient de petites néritines saumâtres (*Theodoxus helveticus*) ; plus bas encore elle se charge de couches bariolées et de filonnets de gypse.

Dans la région de Genève (73, 74) la molasse chattienne est essentiellement marneuse et bigarrée ; elle contient des bancs de grès qui, par places, sont imprégnés de bitume, des couches de calcaire lacustre et de petites masses de gypse.

L'importance des phénomènes de subsidence dans le bassin molassique a été démontrée par les travaux récents de M. A. Bersier (6), dans la région immédiatement au N de notre feuille. L'épaisseur des séries chattienne et aquitanienne augmente considérablement du pied du Jura vers la partie centrale du bassin, où ces complexes atteignent quelques milliers de m. de puissance.

Le passage est graduel, sans limite tranchée, entre le Chattien (m_I) et l'Aquitanien (m^1), représenté par la molasse grise, essentiellement gréseuse, de Lausanne. C'est un dépôt lacustre, comme le prouvent les flores et les faunes (41), mais dans cet ensemble, A. Bersier (5, 6) a découvert deux minces intercalations marines, attestées par la présence de glauconie, de Foraminifères, d'Huîtres et de dents de Squales (*Oxyrhina hastalis*, *Odontaspis cuspidata*). Ce sont des phénomènes avant-coureurs de la transgression burdigalienne.

La molasse burdigalienne (m^2), marine, transgresse sur une surface ravinée de l'Aquitanien.

*
* *

Au pied du Jura, la molasse chattienne, saumâtre, repose sur l'Urgonien. Du côté des Alpes au contraire, on peut observer le passage graduel du complexe molassique au Flysch priabonien. Malheureusement, cette région est très pauvre en fossiles, et l'âge des niveaux n'est pas encore exactement précisé.

A l'E du mont Pélerin, les poudingues chattiens passent graduellement, à leur base, voire même latéralement, à la molasse rouge (m_{II}) de Vevey, gros bancs de grès avec intercalations marneuses, où se rencontrent encore des couches discontinues de conglomérats. Cette molasse rouge (15), qui se retrouve au S du Léman, au Bouveret, s'enfonce sous les nappes préalpines et ressort au SE, au Val d'Illiez (Vallée de Morgins), avec l'auto-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

chtone alpin. C'est là qu'on peut la voir passer graduellement au Flysch.

Les couches de passage (« molasse à faciès flysch », $m_{///}$), sur une soixantaine de m. de hauteur, présentent une alternance irrégulière de grès assez fins, sombres, et de schistes marneux, à traces végétales, parfois charbonneuses. Quelques plantes ont pu être déterminées par O. Heer (**18**, p. 508, **62**, p. 99) : *Zizyphus Ungeri*, *Podocarpus eocenica*, *Sapindus aff. falciformis*. Dans ces mêmes couches, Vonderschmitt (**100**) a trouvé plus récemment des écailles de Poissons, des Lamellibranches saumâtres (*Cyrena Saussurei*, *Cardium Heeri*).

Or des couches analogues existent au front des Préalpes et même tout le long des nappes helvétiques en Suisse centrale et orientale où leur âge, Rupélien inférieur, a pu être assez bien défini (**2**, **3**). Mais, aux Voirons et aux Pléiades, elles reposent en contact anormal *sur* la molasse rouge, la molasse chattienne ou le poudingue du Pélerin. Elles y constituent, probablement, une écaille indépendante dont on ignore la racine.

Sur cette écaille, M. Augustin Lombard a récemment supposé (**59**) qu'il en existait une autre, discontinue , faite de grès de Taveyanne priabonien, et qui serait également arrachée à l'autochtone (au pied des Voirons, elle proviendrait du synclinal de La Clusaz-Arâches). C'est en effet au grès de Taveyanne de ce synclinal qu'il assimile des paquets de micropoudingues à éléments polygéniques, connus déjà à la base des Pléiades (**24**, p. 31) et qu'il a signalés aux Voirons. N'ayant pas repris moi-même l'étude de cette question j'ai adopté, sur la carte, l'hypothèse de mon collègue.

*
* *

Le Val d'Illiez est sur l'axe du mouvement de bascule qui se produisit à la fin de l'Éocène, par le soulèvement des Alpes, lorsqu'au bassin du Flysch, s'étendant vers le SE, succéda le bassin molassique, étendu vers le NW (**33**, p. 61).

Et comme les nappes préalpines ont déferlé et glissé sur la molasse rouge autochtone, postérieurement donc à son dépôt, et que d'autre part leur avancée a précédé la formation du poudingue du Pélerin (auquel passe la molasse rouge), nous saisissons, à Vevey, le moment précis du principal charriage des Préalpes (**28**). C'est à la fin du Rupélien ou au début du Chattien qu'il s'est produit.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

III. LES PRÉALPES [1]

Les Préalpes sont la partie la plus intéressante de la feuille de Thonon, la plus complexe, celle aussi que nous avons plus particulièrement étudiée. Une description étendue, avec des coupes et des croquis, est nécessaire pour en exposer la structure. Nous nous bornerons ici à quelques traits généraux, suffisants, avec la notice explicative, pour la lecture de la carte.

1. — Unités.

Les Préalpes sont formées de plusieurs nappes de recouvrement superposées, dont l'origine, méridionale, donne encore lieu à de vives discussions. On distingue aisément, sur notre territoire, 4 grandes unités, aux faciès différents : les *Préalpes externes* ou *bordières*, chevauchant le bassin molassique, s'allongent au front NW de la zone (montagne des Voirons, à l'E de Genève, se prolongeant par la colline d'Allinges, au S de Thonon ; chaînon des Pléiades, en Suisse, entre Montreux et Châtel-Saint-Denis). Sur les Externes reposent les *Préalpes médianes*, qui s'étendent sur la plus grande partie de la région. Mais sous leur bord radical, au SE, se trouvent les *Préalpes internes*, immédiatement superposées à l'autochtone alpin. Elles occupent donc, entre les Médianes et l'autochtone, une position symétrique à celle des Externes au bord frontal. Ces Internes sont un ensemble complexe, formé de plusieurs lames différentes et dont le détail n'est pas encore entièrement connu (58, 39). Au N du Val de Morgins, sur le versant oriental de Tréveneuse (à l'E de la Pointe du Corbeau), on voit les Internes s'écraser en avant sous les Médianes. Et, d'autre part, à Montreux, on voit de même les Externes s'écraser, en arrière, sous les Médianes. En 1894, H. Schardt a montré que les Externes n'étaient autres que les lames inférieures des Internes, détachées par la grande masse chevauchante des Médianes et refoulées sous son front.

Les Préalpes internes sont les seules dont on connaisse avec certitude les racines (67, 28). Elles se trouvent au N de Sion (Valais), entre les nappes dites helvétiques et les nappes penniques.

1. Pour la partie du *Jura* figurant sur la feuille, je me bornerai à signaler les travaux récents de A. Falconnier (16), H. Lagotala (56, 57), Th. Raven (84). Voir aussi 71, 41, 20, 88, 94, 97. Pour l'*Autochtone alpin*, qui apparaît à l'angle SE, je renvoie à la monographie de F. de Loys (61), à la notice explicative de la feuille de Saint-Maurice de l'Atlas géol. de la Suisse (31) et à une note de A. Lillie (58).

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Dans sa partie radicale, la nappe des Préalpes médianes est surmontée par la *nappe de la Brèche*, ainsi désignée par le faciès prédominant de ses énormes séries jurassiques (62). Enfin, dans le Flysch d'un des synclinaux des Médianes, au NE de Vacheresse, se trouve pincé un petit lambeau de la *nappe de la Simme* (38). On ne sait pas, actuellement, laquelle des deux nappes de la Brèche et de la Simme est la plus élevée dans l'édifice alpin (98). Mais, comme nous venons de le voir, le poudingue du Pélerin prouve que l'extension de la nappe de la Simme fut beaucoup plus grande à l'Oligocène qu'aujourd'hui.

2. — **Préalpes externes.**

Elles sont formées d'une série de lames imbriquées les unes sur les autres et plongeant vers l'intérieur de l'arc préalpin (29). Lames mésozoïques, faites de Jurassique et de Crétacé, noyées dans une masse de Flysch éocène. A la base prédominent des écailles isolées de Turonien, qui peuvent être très petites et s'infiltrer dans le Flysch d'inextricable façon ; le broyage aidant, cette multiplicité de copeaux étrangers transforme le Flysch en « Wildflysch ». Il est probable que ces écailles de Crétacé supérieur proviennent d'une autre lame des Internes que les écailles de Malm et de Néocomien.

Une description sommaire des Pléiades a paru en 1924 (24). Une monographie portant sur les Voirons, par M. Augustin Lombard, est aujourd'hui sous presse (60).

3. — **Préalpes internes.**

Leur complication est telle, qu'une carte au 1 : 80.000e n'en peut montrer qu'une schématisation très grossière. Les diverses lames, ou nappes, ont des faciès assez distincts dans leurs constituants mésozoïques ; mais elles sont écrasées, égrenées, lenticulées, souvent tordues les unes dans les autres (25, 30) et noyées dans une masse de Flysch aussi variable dans le détail qu'uniforme dans l'ensemble.

A la base, c'est la *nappe de la Plaine Morte*, dont on connaît le raccord radical, au N de Sion, avec l'unité supérieure des nappes helvétiques (67, 28). Ici, elle n'est guère représentée que par des écailles isolées de Turonien, pareilles à celles des Préalpes externes, qui sans doute en proviennent. Puis la *nappe de la Tour d'Anzeinde*, faite de Dogger, de Malm et de Néocomien, qui forme des collines à l'W de Champéry (la Croix de Culet, etc.). Ce sont les mêmes terrains, les mêmes faciès, qu'aux

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

écailles principales des Externes. Dans la région des racines, cette unité se raccorde à la *nappe du Mont Bonvin*.

Au-dessus, c'est la *nappe de Bex-Laubhorn*, elle-même complexe. Une bande presque continue de Trias en forme la base, surmontée de schistes noirs aaléniens, que recouvre une épaisse masse de Flysch. Dans ce Flysch s'intercalent quelques lentilles isolées de marno-calcaires à radiolaires et calpionelles, et une quantité de lentilles de Trias et de Lias, lentilles de toutes tailles, parfois pétries de gryphées arquées. Au-dessus du Flysch, ce Trias et ce Lias forment de grandes lames imbriquées (Pointe de l'Haut, au SSW de Morgins) qui s'enfoncent sous la nappe de la Brèche — car ici les Médianes sont presque totalement supprimées, réduites à quelques lambeaux. Dans le Flysch, sous la Pointe de l'Haut, M. A. Lillie a récemment trouvé des Nummulites (58).

Il semble que la nappe du Niesen, si bien développée à l'E du Rhône dans les Préalpes vaudoises et bernoises, ne soit pas représentée ici (39). Son front est peut-être resté en arrière, enlevé par érosion, ou bien elle n'a jamais existé dans ce secteur des Alpes (98, p. 121).

4. — **Préalpes médianes.**

En avant du front de la Brèche, elles alignent de beaux plis réglés, déjetés vers l'extérieur de l'arc, et dont certains anticlinaux ont, en coupe, l'allure régulière d'une voûte jurassienne. Mais dès qu'on cherche à les suivre, les complications surgissent : failles, décrochements, relaiements, ennoyages, écrasements, chevauchements. La partie radicale de la nappe, bien visible à Tréveneuse (au NE de Morgins), est d'un style tectonique tout autre, rigide, cassant, comme d'une dalle épaisse inclinée vers le N. La raison en est, principalement, aux faciès : dans la région radicale, le Malm, calcaire et massif, repose presque immédiatement sur le Trias, fait de calcaires à diplopores en gros bancs. Tandis que dans les parties moyenne et frontale, de grandes épaisseurs de schistes plastiques, du Lias ou du Dogger, s'intercalent entre les barres calcaires.

Les variations de faciès du Lias et du Dogger dans le Chablais ont été étudiées de façon magistrale par le regretté E. Peterhans (79). Des recherches minutieuses lui ont permis d'établir l'existence, dans le bassin de sédimentation de la nappe, de rides géanticlinales à dépôts lacunaires séparées par des auges à séries plus complètes. Et non seulement leur existence, mais leurs

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

déplacements et leurs déformations au cours des temps mésozoïques. Au Lias, trois géanticlinaux se suivent d'un bout à l'autre du bassin. La ride la plus externe apparaît à l'Hettangien, mais n'émerge pas des flots et disparaît au Lias supérieur. La ride médiane naît un peu plus tard, mais s'élève par places et par moments au-dessus du niveau de la mer. La ride méridionale n'est sensible qu'au Lias moyen mais s'accentue bientôt plus que les précédentes. Ces deux derniers bombements subsistent au Jurassique, séparés par un faible sillon où se déposent les « couches à *Mytilus* »; au Jurassique supérieur, ils sont entièrement immergés. Au Néocomien, toute la partie moyenne et radicale émerge. Puis, dès le Cénomanien, l'ensemble s'enfonce à des profondeurs marines où les dénivellations possibles ne s'inscrivent plus dans les sédiments.

Dans aucune autre région des Alpes, à ma connaissance, on n'a encore fondé une synthèse paléogéographique si remarquable sur des données si précises.

5. — Nappe de la Brèche.

C'est une vaste et épaisse cuvette allongée, bordée au NE par un pli frontal plongeant, qui reste de 12 à 16 km. en arrière de la marge externe des Médianes (62, 98). Elle est presque partout séparée des Médianes par une intercalation de Flysch.

Elle a entraîné sous elle des lambeaux crétacés et jurassiques des Médianes, ce qui a pu faire croire à l'encapuchonnement de la Brèche par la nappe des Médianes, à une disposition primitive où la nappe de la Brèche se serait avancée sous les Médianes. Mais la Brèche a entraîné, pareillement, des lambeaux des Internes, dont la situation originellement inférieure ne fait aucun doute, et ces lambeaux des Internes sont englobés dans ceux des Médianes. Il s'avère donc que les Médianes se trouvaient bien, dès leur départ, au-dessous de la Brèche, comme les Internes (26, 34).

Sous le bord radical de la nappe de la Brèche, les Préalpes médianes n'existent plus ou sont réduites à quelques lentilles fort laminées. Or subitement, au NE de Morgins, à l'E de la Brèche, les Médianes retrouvent leur épaisseur normale, de 400 à 500 m., dans le massif de Tréveneuse. Le contraste est saisissant entre la puissante série calcaire de Tréveneuse et les maigres lentilles qui, sous la Pointe du Corbeau, moins de 1 km. plus à l'W, sont les seuls témoins des Médianes.

Il est donc fort probable que la nappe de la Brèche ne s'est jamais étendue sur la région de Tréveneuse, ni plus à l'E, sur

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

les Tours d'Aï et le Mont d'Or. Elle semble s'être écoulée, en lobes distincts, peut-être dans des dépressions localisées, d'une part en Chablais, d'autre part dans la région de Château d'Oex et des Préalpes bernoises.

BIBLIOGRAPHIE [1]

1. D. Aubert. Les terrains quaternaires de la vallée de l'Aubonne. *Bull. Labor. géol. Lausanne*, n° 55, 1936.
2. E. Baumberger. Zur Tektonik und Altersbestimmung der Molasse am schweizerischen Alpennordrand. *Eclogae geol. Helvetiae*, vol. 24, p. 205-222, 1931.
3. — Die Molasse der schweizerischen Mittellandes und Juragebietes. *Guide géol. Suisse*, fasc. I, p. 57-75, 1934.
4. P. Beck. Das Quartär. *Guide géol. Suisse*, fasc. I, p. 26-41, 1934.
5. A. Bersier. La forme de la transgression burdigalienne dans la région vaudoise. *C. R. somm. séances Soc. géol. France*, 1936, p. 111-114.
6. — Recherches sur la géologie et la stratigraphie du Jorat. *Bull. Labor. géol. Lausanne*, n° 63, 1938.
7. R. Blanchard. Le piedmont des Dranses du Chablais. *Revue de Géographie alpine*, vol. 25, p. 485-496, Grenoble, 1937.
8. — Les Alpes occidentales. T. I, Les Préalpes françaises du Nord. Tours, 1938.
9. A. Chaix. Géologie de Miribel (Haute-Savoie). *Eclogae geol. Helvetiae*, vol. 21, p. 22-51, 1928.
10. — La géologie du massif d'Hirmente (Haute-Savoie). *C. R. séances Soc. phys. et hist. nat. Genève*, vol. 55, p. 57-60, 1938.
11. L. Déverin et W. Custer. Sur un affleurement de la molasse chattienne. *Bull. Soc. vaudoise Sc. nat.*, vol. 56, p. 245, 1926.
12. H. Douvillé. Sur des calcaires à radiolaires du Chablais. *Bull. Soc. géol. France* (4), t. I, p. 469-470, 1901 (voir photos de ces radiolaires *in* J. de Lapparent. Leçons de Pétrographie, Paris, 1923, pl. XI, fig. 3 et 4, p. 260).
13. H. Douxami. Études sur les terrains tertiaires du Dauphiné, de la Savoie et de la Suisse occidentale. Thèse Fac. Sc. Lyon, 1896.
14. — Révision des feuilles d'Annecy et de Thonon. *Bull. Serv. Carte géol. France*, t. XIII, n° 91, p. 124, 1903.
15. — Étude sur la molasse rouge. *Annales Soc. Linnéenne de Lyon*, t. 51, 1904.
16. A. Falconnier. Étude géologique de la région du Marchairuz. *Mat. Carte géol. Suisse*, nouv. sér., 27e livr., 1931.
17. A. Favre. Description géologique du Canton de Genève. 2 vol., Genève, 1880.

1. Cette liste bibliographique ne mentionne que les plus importants travaux parus depuis la 1re édition de la feuille de Thonon (1894). On trouvera des listes de travaux plus anciens, pour le Jura, *in* **71** ; pour le bassin molassique, *in* **41** ; pour les Préalpes, *in* **62**, **45**, **47**, **79** ; pour l'autochtone alpin, *in* **61** ; pour le Quaternaire, *in* **33**.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

18. E. Favre et H. Schardt. Description géologique des Préalpes du Canton de Vaud et du Chablais jusqu'à la Dranse et de la chaîne des Dents du Midi. *Mat. Carte géol. Suisse*, 22e livr., 1887.
19. J. Favre. Les Mollusques post-glaciaires et actuels du bassin de Genève. *Mém. Soc. phys. et hist. nat. Genève*, vol. 40, fasc. 3, p. 171-434, 1927.
20. J. Favre et A. Jeannet. Le Jura. *Guide géol. Suisse*, fasc. I, p. 42-56, 1934.
21. J. Favre. Histoire malacologique du lac de Genève. *Mém. Soc. phys. et hist. nat. Genève*, vol. 41, fasc. 3, p. 295-414, 1935.
22. F.-A. Forel. Le Léman. Monographie limnologique, t. I. Lausanne, 1892.
23. H. Fournier. Étude sur les eaux minérales ou réputées telles du Département de la Haute-Savoie. Thèse, Fac. Sc. Lyon, 1926.
24. E. Gagnebin. Description géologique des Préalpes bordières entre Montreux et Semsales. *Bull. Labor. géol. Lausanne*, n° 36, 1924.
25. — Les Préalpes internes dans la région de Champéry (Valais). *Eclogae geol. Helvetiae*, vol. 21, p. 351-356, 1928.
26. — Sur la présence du Gault dans la nappe de la Brèche du Chablais (Haute-Savoie). *CR. Ac. Sc. Paris*, t. 194, p. 1962, 30 mai 1932.
27. — Les terrains quaternaires des environs de Thonon (Haute-Savoie). *Eclogae geol. Helvetiae*, vol. 26, p. 187-191, 1933.
28. — Les Préalpes et les « klippes ». *Guide géol. Suisse*, fasc. II, p. 72-95, 1934.
29. — Environs de Châtel-Saint-Denis. *Guide géol. Suisse*, fasc. VI, p. 369-375, 1934.
30. — Monthey-Champéry-Morgins. *Guide géol. Suisse*, fasc. VI, p. 400-407, 1934.
31. — Notice explicative de la feuille de Saint-Maurice (n° 483). *Atlas géol. Suisse 1 : 25.000*, f. 8, 1934.
32. — Ossements de Mammouth trouvés dans la moraine de Renens, près Lausanne, et recensement des restes de Mammouths connus dans la région lémanique. *Bull. Labor. géol. Lausanne*, n° 54, 1935.
33. — Les invasions glaciaires dans le bassin du Léman. *Bull. Labor. géol. Lausanne*, n° 58, 1937.
34. — Les relations des nappes préalpines au Nord du Val de Morgins (Valais). *Eclogae geol. Helvetiae*, vol. 30, p. 222-228, 1937.
35. — Les lacs de la Bennaz, au-dessus d'Évian (Haute-Savoie). *Bull. Labor. géol. Lausanne*, n° 60, p. 1-16, 1938.
36. — Le delta de la Drance de Savoie près de Thonon. *Bull. Labor. géol. Lausanne*, n° 60, p. 17-25, 1938.
37. — Les collines de Noville-Chessel, près de Villeneuve, sur la plaine vaudoise du Rhône. *Bull. Labor. géol. Lausanne* n° 60, p. 27-35, 1938.
38. — Découverte d'un lambeau de la nappe de la Simme dans les Préalpes du Chablais. *CR. Acad. Sc. Paris*, t. 208, p. 822, 13 mars 1939.
39. — Interprétation nouvelle des unités préalpines entre Champéry et Morgins. *Eclogae geol. Helvetiae*, vol. 32, 1940.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

40. M. Gignoux et F. Bourdier. Histoire de l'ancien glacier du Rhône à sa sortie du Bassin de Genève. *CR. Acad. Sc. Paris*, t. 204, p. 310, 25 janvier 1937.
41. Alb. Heim. Geologie der Schweiz. Bd. I, Leipzig, 1919.
42. C. Jacob. Note sur les terrains de transport des environs de Thonon-les-Bains (Haute-Savoie). *Annales de l'Univ. de Grenoble*, t. 16, p. 281-291, 1904.
43. A. Jayet. Sur la présence de terrains glaciaires anciens et interglaciaires dans la partie nord du canton de Genève. *Eclogae geol. Helvetiae*, vol. 22, p. 91-93, 1929.
44. — Environs de Genève, excursion B. *Guide géol. Suisse*, fasc. V, p. 318-319, 1934.
45. A. Jeannet. Monographie géologique des Tours d'Aï et des régions avoisinantes. *Mat. carte géol. Suisse*, nouv. sér., 34e livr., 1re partie, 1912-1913 ; IIe partie, 1918.
46. — Une date de chronologie quaternaire : la station préhistorique du Scé près de Villeneuve. *Vierteljahrsschrift der Naturf. Ges. in Zürich*, Jahrg. 61, p. 634-643, 1916.
47. — Das romanische Deckengebirge, Préalpes und Klippen, *in* Alb. Heim : *Geologie der Schweiz*, Bd. II, p. 589-676, 1921.
48. — Les charbons feuilletés de la Suisse occidentale. *Beitr. zur Geol. der Schweiz*, Geotechnische Serie, VIII. Lief., p. 500-526, 1923.
49. E. Joukowsky. L'âge des dépôts glaciaires du plateau genevois. *C. R. séances Soc. phys. et hist. nat. Genève*, vol. 40, p. 49-52, 1923.
50. — A propos de la formation du Petit Lac (rectifications et faits nouveaux). *Le Globe*, Genève, t. 64, p. 1-5, 1925.
51. — La formation du Léman. *Troisième Congrès du Rhône*, Genève, p. 212-216, 1929.
52. — Sur quelques postulats de la glaciologie quaternaire. *Arch. Sc. phys. et nat. Genève*, 5e pér., vol. 13, p. 109-120, 1931.
53. W. Kilian et J. Révil. Études sur la période pleistocène (quaternaire) dans la partie moyenne du bassin du Rhône. *Annales de l'Univ. de Grenoble*, t. 19, 20 et 21, 1917-1918.
54. W. Kilian. Les dépôts fluvio-glaciaires de la rive méridionale du lac Léman, et leur régime hydrologique (Évian, Amphion, Thonon). *CR. Ac. Sc. Paris*, t. 179, p. 114, 24 nov. 1924.
55. E. Kissling. Die Schweizerischen Molassekohlen westlich der Reuss. *Beitr. zur Geol. der Schweiz*, Geotechnische Serie, II. Lief., 1903.
56. H. Lagotala. Étude géologique de la région de la Dôle. *Mat. Carte géol. Suisse*, nouv. sér., 46e livr., 4e part., 1920.
57. — Saint-Cergue-La Dôle. *Guide géol. Suisse*, fasc. V, p. 327-331, 1934.
58. A. Lillie. Sur la Nappe du Laubhorn et le Flysch entre le Col de Coux et Morgins. *Eclogae geol. Helvetiae*, vol. 32, p. 25-30, 1939.
59. Aug. Lombard. Conglomérats polygéniques du soubassement des Préalpes externes (Voirons, Pléiades, Collines du Fauciguy). *C. R. séances Soc. phys. et hist. nat. Genève*, vol. 54, p. 127-131, 1937.
60. — Géologie des Voirons. *Mém. Soc. helvétique Sc. nat.*, vol. 74, mém. 1, 1940.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

61. F. de Loys. Monographie géologique de la Dent du Midi. *Mat. Carte géol. Suisse*, nouv. sér., 58e livr., 1928.
62. M. Lugeon. La région de la Brèche du Chablais (Haute-Savoie). *Bull. Serv. Carte géol. France*, t. VII, n° 49, 1896.
63. — Leçon d'ouverture du cours de géographie physique professé à l'Université de Lausanne. *Bull. Soc. vaudoise Sc. nat.*, vol. 33, p. 49-78, 1897.
64. — Sur la fréquence dans les Alpes de gorges épigénétiques et sur l'existence de barres calcaires de quelques vallées suisses. *Bull. Labor. géol. Lausanne*, n° 2, 1901.
65. — Recherches sur l'origine des vallées des Alpes occidentales. *Annales de Géographie*, vol. 10, p. 295-317 et 401-428, 1901.
66. — Réunion extraordinaire de la Soc. géol. de France à Lausanne et dans le Chablais, du 3 au 11 sept. 1901. *Bull. Soc. géol. France* (4), t. 1, p. 677-720, 1902.
67. — Les grandes nappes de recouvrement des Alpes du Chablais et de la Suisse. *Bull. Soc. géol. France* (4), t. 1, p. 723-825, 1902.
68. — Bélemnites et radiolaires de la Brèche du Chablais. *Eclogae geol. Helvetiae*, vol. 8, p. 419-420, 1905.
69. — Cailloux exotiques provenant du Crétacique supérieur (Couches rouges) des Préalpes médianes. *Eclogae geol. Helvetiae*, vol. 10, p. 739, 1909.
70. — Le lac Léman. *Guide géol. Suisse*, fasc. V, p. 332-335, 1934.
71. E. de Margerie. Le Jura. *Mém. explic. Carte géol. France*, vol. I, 1922, vol. II, 1936.
72. L. Meyer de Stadelhofen, E. Gagnebin et A. Jayet. Les terrains quaternaires des environs d'Hermance, près Genève. *Eclogae geol. Helvetiae*, vol. 30, p. 35-44, 1937.
73. E. Paréjas. Environs de Genève, excursion A. *Guide géol. Suisse*, fasc. V, p. 313-318, 1934.
74. — Notice explicative de la feuille de Dardagny-Bernex (n° 449-450 *bis*). *Atlas géol. Suisse 1:25.000e*, f. 12, 1938.
75. A. Penck und E. Brückner. Die Alpen im Eiszeitalter, 3 vol., Leipzig, 1909.
76. E. Peterhans. Sur la tectonique des Préalpes entre Meillerie et Saint-Gingolph (Haute-Savoie). *Bull. Soc. géol. France* (4), t. 23, p. 51-56, 1923.
77. — Sur la tectonique de la basse vallée de la Drance (Haute-Savoie). *Bull. Soc. géol. France* (4), t. 24, p. 16-24, 1924.
78. — La tectonique du sommet du Grammont. *Bull. Soc. vaudoise Sc. nat.*, vol. 55, p. 273-282, 1925.
79. — Étude du Lias et des géanticlinaux de la nappe des « Préalpes médianes » entre la vallée du Rhône et le lac d'Annecy. *Mém. Soc. helvétique Sc. nat.*, vol. 62, mém. 2, 1926.
80. B. Peyer. Rochen-Eikapseln aus den Horwerschichten (unteres Stampien) von Grisigen, Kt. Luzern. *Eclogae geol. Helvetiae*, vol. 21, p. 407-413, 1928.
81. J. Pilloud. Sur la présence du Lias supérieur, du Gault et du Barrémien aux Voirons (Préalpes externes, Haute-Savoie). *C. R. séances Soc. phys. et hist. nat. Genève*, vol. 46, p. 64-65, 1929.
82. — Contribution à l'étude stratigraphique des Voirons (Préalpes

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

externes, Haute-Savoie). *Arch. Sc. phys. et nat. Genève*, 5e pér., vol. 18, p. 219-249, 1936.

83. H. Preiswerk. Note sur le Rhétien et le Lias du Col de Coux (Val d'Illiez). *Bull. Soc. géol. France* (4), t. I, p. 721-722, 1902.

84. Th. Raven. Étude géologique de la région de Morez-les Rousses (Jura). *Trav. Labor. géol. Lyon*, fasc. XX, mém. 17, 1932.

85. E. Renevier et M. Lugeon. Géologie du Chablais et Faucigny-Nord. *Eclogae geol. Helvetiae*, vol. 3, p. 293-298, 1892.

86. — Excursion dans le Chablais (avec profils géol.). *Eclogae geol. Helvetiae*, vol. 4, p. 45-52, 1893.

87. E. Renevier. Géologie des Préalpes de la Savoie. *Eclogae geol. Helvetiae*, vol. 4, p. 53-73, 1893.

88. E. Renevier et H. Schardt. Notice explicative de la feuille XVI, 2e éd. (carte géol. de la Suisse au 1:100.000e). *Eclogae geol. Helvetiae*, vol. 6, p. 81-111, 1899.

89. H. H. Renz. Zur Stratigraphie und Palaeontologie der Mytilus-Schichten im oestlichen Teil der Préalpes romandes. *Eclogae geol. Helvetiae*, vol. 28, p. 141-247, 1935.

90. E. Ritter. Stratigraphie und Tektonik der Kohlenführenden Molasse zwischen Genfersee und Saanetal. *Eclogae geol. Helvetiae*, vol. 18, p. 387-411, 1924.

91. — Ergänzungen zu « Die schweizerischen Molassekohlen westlich der Reuss ». *Beitr. zur. Geol. der Schweiz*, Geotechnische Serie, XII. Lief., p. 51-104, 1925.

92. G. Roessinger. Bélemnites de la Brèche du Chablais (Brèche de la Hornfluh). *Eclogae geol. Helvetiae*, vol. 8, p. 211-212, 1904.

93. H. Schardt. Les régions exotiques du versant nord des Alpes suisses (Préalpes du Chablais et du Stockhorn et les Klippes), leurs relations avec l'origine des blocs et brèches exotiques et la formation du Flysch. *Bull. Soc. vaudoise Sc. nat.*, vol. 34, p. 114-219, 1898.

94. — La récurrence des glaciers jurassiens après le retrait du glacier du Rhône. *Arch. Sc. phys. et nat. Genève*, 4e pér., vol. 6, p. 492-494, 1898.

95. — Dérivations glaciaires de cours d'eau dans la Suisse occidentale et le Jura français. *C. R. 9e congrès intern. de géographie*, Genève, t. II, p. 1-6, 1908.

96. — Coup d'œil sur la géologie et la tectonique du canton du Valais. *Bull. Soc. Murithienne des Sc. nat. du Valais*, t. 35, p. 246-354, 1908.

97. — Les cours d'eau pliocéniques et les accidents transversaux de la chaîne du Jura. *Eclogae geol. Helvetiae*, vol. 16, p. 120-122, 1920.

98. W. J. Schroeder. La Brèche du Chablais entre Giffre et Drance et les roches éruptives des Gets. Thèse Fac. Sc. Univ. Genève, 1939.

99. R. Staub. Grundzüge und Probleme alpiner Morphologie. *Mém. Soc. helvétique Sc. nat.*, vol. 69, mém. 1, 1934.

100. L. Vonderschmitt. Neue Fossilfunde im Flysch des Val d'Illiez (Valais). *Eclogae geol. Helvetiae*, vol. 28, p. 550-553, 1935.

101. L. Weibli. Das produktive Karbon der Schweizeralpen. *Beitr. zur Geol. der Schweiz*, Geotechnische Serie, XI. Lief., 1925.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

NOUVELLES OBSERVATIONS SUR LE GRAND ACCIDENT SUD-ATLASIEN

PAR **P. ET L. RUSSO** [1].

Nous avons, en 1934, dans une première étude sur le Grand accident sud-atlasien, indiqué que nous nous proposions de mettre ultérieurement en lumière la signification générale de cet accident. C'est pour réaliser en partie ce projet que nous présentons aujourd'hui ces observations nouvelles.

Dans l'excellente étude qu'il a consacrée à l'âge des plissements de l'Atlas saharien, notre confrère R. Laffitte signale un certain nombre de faits que nous estimons devoir confronter avec nos constatations.

Le Grand accident sud-atlasien nous paraît devoir être limité, vers l'E, au seuil de Biskra et l'accident qui se développe ensuite au pied méridional de l'Aurès avoir une toute autre signification que lui, bien qu'il soit de même âge, comme l'a montré Laffitte.

I. L'accident de l'Ouest de Biskra.

Suivi de l'Atlantique à Biskra, cet accident offre une orientation générale très constante presque SW-NE, et en parallélisme avec la plupart des plis anté-néogènes de la chaîne Haut Atlas-Atlas Saharien. L'ensemble dessine toutefois une légère inflexion dont le centre se trouve entre Bou Anane et Figuig, comme s'il y avait là une très faible virgation à regard méridional butant contre la lisière N du môle saharien qui constitue *le pli de fond de l'Anti Atlas-Sahara.*

Cette inflexion n'est pas propre à l'accident sud-atlasien, mais appartient à l'ensemble de l'aire anticlinale qu'il borde au S. Cette aire de bombement orientée SW-NE, dont l'un de nous a nommé la portion marocaine *pli de fond du Haut Atlas*, se présente en ce pays, comme poussée vers le N. Sur son bord septentrional, on voit les terrains anciens du socle faire extrusion dans des boutonnières de terrains de couvertures amincis, pendant que, vers le S, se développent seuls les mouvement de sur-

1. Note présentée à la séance du 4 décembre 1939.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

face, et les terrains jeunes. Le Grand accident sud-atlasien appartient à cette aire qui passe du Maroc en Algérie sans qu'aucune démarcation soit possible entre ses portions marocaine et algérienne.

Si la poussée au N que présente le socle ancien de cette aire est moins nette dans l'Atlas saharien que dans le Haut Atlas, elle y est néanmoins assez clairement marquée par la prédominance des reliefs à noyau jurassique, liasique et triasique vers le N, et par le développement prédominant des assises crétacées et tertiaires vers le S, sans que l'épaisseur des dépôts paraisse jouer un rôle dans cette prédominance.

A mesure qu'on s'avance vers l'E, les terrains de tout l'ensemble du pays deviennent, comme l'ont montré l'un de nous et ultérieurement Laffitte, de plus en plus jeunes et le caractère de poussée vers le N devient moins net. Toutefois, des coupes faites le long de l'Atlas saharien et perpendiculairement à son axe montrent toujours la même allure générale, en mouvement de houle venue du Sud, que nous connaissons au Maroc, avec, souvent plis de couverture déversés, au contraire, du côté méridional.

Il en est de même plus au N encore, dans la série des plateaux de Saïda et du Sersou, où l'aire anticlinale *du pli de fond* dit *du Moyen Atlas* ou *de la Meseta*, parallèle à la précédente, se poursuit sans démarcation entre le Maroc et l'Algérie. Le front de ce pli de fond, marqué par l'extrusion du socle paléozoïque et triasique, enrobé de Lias, et que l'on suit depuis la Meseta marocaine par le haut Sebou, Taza, le Narguechoum, le Ghar Rouban, jusqu'en bordure de l'anticlinal du Chelif de Glangeaud, vers Duperré et la Chiffa, se manifeste sans interruption, du Maroc au méridien d'Alger. L'ensemble est encore orienté SW-NE.

Entre les deux aires du Haut et du Moyen Atlas, se développent, occupées par des dépôts miocènes et des terrains tertiaires divers et remplies de dépôts quaternaires et récents, les dépressions synclinales allant du Haouz de Marrakech au Hodna par le Tadla, la trouée du Serrou, la Haute Moulouya, les Hauts plateaux marocains et la zone plate des Chotts et des Zarez. Le bord N de l'aire du Moyen Atlas s'est laissé abaisser au Tertiaire, donnant abri au bras méridional du géosynclinal tellien de Glangeaud en bordure méridionale de l'anticlinal du Chélif. Une fois de plus se manifeste ici l'orientation générale SW-NE.

Enfin, tout au Nord de la Berbérie, se développe l'aire tello-rifaine dont Glangeaud a montré l'unité, le Tell continuant, du

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Maroc en Algérie, le Rif, de la même façon que les deux aires précédentes passent en continuité d'un pays à l'autre. Cette aire offre une orientation beaucoup plus proche que les deux autres de la direction E-W, surtout dans ses éléments orientaux ; elle est oblique sur elles. Bien plus, en Algérie, elle déborde en quelque sorte sur celle de la Meseta dont elle a abaissé le bord, créant la branche S du géosynclinal tellien. Malgré les fractures, chevauchements et petites nappes dirigés vers le Sud, qu'elle montre dans le Rif et en divers autres points, et qui intéressent essentiellement les terrains de couverture, elle manifeste comme les autres, une poussée vers le N (bien mise en lumière notamment par les travaux de Fallot et de Glangeaud qui font voir la succession, du N au S, des terrains anciens, de la chaîne calcaire et du Flysch), mais avec mouvements en retour vers le S, très marqués notamment dans le Rif et dans la région d'Alger (v. coupes de Glangeaud).

Nous remarquons que, dans la partie de la Berbérie correspondant à l'accident sud-atlasien qui va de l'Atlantique à Biskra, les aires de l'Anti-Atlas-Sahara, du Haut Atlas-Atlas saharien, du Moyen Atlas-Meseta oranaise, et du Rif-Tell présentent les rapports suivants.

Dans l'Ouest, elles sont toutes quatre sensiblement situées sur un même plan horizontal, avec toutefois une prédominance d'altitude pour celle du Haut Atlas. *A la frontière algéro-marocaine,* l'aire saharienne s'abaisse au-dessous du niveau de celle du Haut Atlas, de même que celle du Moyen Atlas, mais cette dernière s'abaisse moins que celle du Sahara et l'aire rifaine est un peu plus bas que cette dernière. *Au méridien de Cherchell*, le Sahara est très abaissé par rapport à l'Atlas saharien, l'aire de la Meseta l'est un peu moins, celle du Tell s'élève. *Au méridien de Hodna*, l'aire du Sahara est tout à fait basse, celle de la Meseta et celle de l'Atlas saharien sont sensiblement au même niveau l'une que l'autre et dominent d'au moins un millier de mètres le Sahara, quant à l'aire tello-rifaine, elle domine à son tour de 1.000 à 2.000 mètres celle de la Meseta. Les coupes qu'on peut faire en travers de ces aires montrent ces rapports d'un bout à l'autre de la Berbérie.

De cet ensemble de constatations résulte :

1° que l'accident sud-atlasien qui s'étend entre l'Atlantique et Biskra est parallèle aux aires Haut Atlas-Atlas saharien et Meseta marocaine-Moyen Atlas-Meseta oranaise ;

2° qu'il sépare de l'ensemble constitué par ces deux aires l'aire Anti Atlas-Sahara ;

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

3° qu'il est sans aucune connexion d'orientation ou autre avec les éléments EW de l'aire tello-rifaine. Il en résulte aussi, comme l'a montré par d'autres considérations R. Laffitte, que l'Atlas saharien et le Haut Atlas sont surélevés par rapport à l'aire Anti-Atlas-Sahara. (Voir plus loin les détails stratigraphiques montrant cet abaissement relatif du Sahara.)

II. L'accident de l'Est de Biskra.

Toute différente est la disposition tectonique de l'E de Biskra. L'orientation de l'accident change ici complètement de direction et ce changement est brusque. Comme on le voit sur le croquis de Laffitte, c'est dans les abords de Chaïba que se montrent des accidents à orientation W-E, et même la direction générale de la zone de diastrophisme devient, au S de l'Aurès, WNW-ESE entre Biskra et le S de Gafsa. N'ayant pas reconnu sur le terrain les accidents de détail que signale Laffitte, il ne nous avait pas été possible de déterminer leur âge [1], mais nous avions déjà signalé la probabilité d'une rupture entre le socle saharien et l'Aurès ; c'est à Laffitte que revient le mérite d'avoir prouvé l'exactitude de notre hypothèse. Quoi qu'il en soit, l'accident sud aurasien est autre chose que l'accident sud atlasien. Une série d'observations de détails va nous le montrer.

1° Nous connaissons au Maroc un grand nombre de pointements de Trias salifère extrusif. Dans bien des régions, il semble que sa venue au jour se rattache à la tectonique du sel ; ailleurs, notamment dans les chaînes atlasiennes, le Trias se montre tantôt en place, tantôt nettement diapyr. De tels noyaux de Trias diapyr, s'élevant entre des lèvres amincies de Lias, de Jurassique, de Crétacé ou même de terrains plus récents se rencontrent très fréquemment dans l'Atlas saharien jusqu'au méridien de Brezina. Plus à l'E, ils deviennent rares et les groupes les plus orientaux notables sont ceux voisins de Aïn Taïb et de Hassi ben Mahrouf, à environ 80 km. au NE de Brezina. De ce point jusqu'à l'extrémité hodnéenne de l'Atlas saharien, on ne rencontre plus qu'un seul pointement triasique, non loin de Djelfa, dans la bordure N de la chaîne. Or, brusquement, après plus de 250 km. sans Trias, ou presque, apparaissent, à l'extré-

1. Mais nous ne l'avions pas considéré comme « ancien », ce que R. Laffitte croit implicitement contenu dans notre texte. Nous disions seulement que des « terrains récents revêtent les accident possibles. » Ces accidents pouvant aussi bien intéresser les terrains tertiaires qui « masquent tout le bord sud de ce massif ». Nous ne préjugeons nullement.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

mité de l'Atlas saharien, au NE de Biskra, deux pitons de Trias diapyr, d'ailleurs très connus, celui d'El Outaya et celui du « Rocher de sel », 20 km. plus au NW.

Ces deux pointements triasiques offrent la particularité d'accompagner une distorsion vers le SE des assises de l'extrémité orientale de l'anticlinal de Mekrizane et celui du Metlili. Sur leur alignement, on trouve encore les pointements triasiques de Ngaous au N, qui bordent l'aire synclinale de Barika, Au S, on voit, sur le même alignement, le dôme du Bou Ghzal, à l'W de Biskra, manifester encore une distorsion de ses assises orientales vers le SE. Une coupure tectonique se marque ainsi suivant cet alignement, coupure qui correspond au seuil de Biskra et qui consiste d'une part en un abaissement général d'axes, avec relais de plis et d'autre part en un décrochement ou au moins une torsion des éléments orientaux par rapport aux éléments occidentaux, c'est-à-dire des accidents aurasiens par rapport à l'extrémité orientale de l'Atlas saharien.

2° Les plis anténéogènes de l'Aurès sont orientés exactement comme ceux de l'Atlas saharien, mais on remarque que la grande aire anticlinale atlasienne du Meharga ne se raccorde avec aucun des plis ou des aires de l'Aurès et donne même des plis secondaires dirigés nettement S-N vers le Hodna, de telle sorte qu'aucun relai n'existe entre elle et l'Aurès. Bien plus, l'anticlinal du Chellala, *le plus septentrional* de l'ensemble aurasien (N de Batna), s'aligne sur les éléments *les plus méridionaux* de l'Atlas saharien, en particulier sur l'anticlinal d'Aïn Rich, bordant au S celui du Maharga.

L'ensemble des éléments aurasiens paraît donc (que ce soit par suite, en partie, du décrochement ou de la torsion signalée plus haut, en partie d'une cause plus générale se traduisant par la non-correspondance des plis anténéogènes de l'Aurès avec ceux de même âge de l'Atlas saharien), se trouver placé en position à la fois plus orientale et plus méridionale que ceux qui leur correspondent dans l'Atlas saharien.

Remarquons aussi que sur le prolongement NW de la ligne joignant les accidents d'El Outaya, du Rocher de sel et de Ngaous, nous rencontrons toute une série d'autres pointements triasiques, notamment au Bou Taleb et au Zdim, où les accompagnent des accidents de fractures et de chevauchements, signalés par Savornin et par Laffitte. Mais, en outre, d'autres accidents se manifestent bien plus à l'W, bordant le S des Monts du Hodna et de ceux du Titteri. De la sorte, la ligne joignant ces divers accidents dessine une courbe à concavité SW, dont la

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

partie orientale est sensiblement S-N alors que l'occidentale se dirige E-W.

L'orientation parallélique des accidents du S de l'Aurès reparaît ainsi au N du Hodna ; il y a butée de l'Atlas saharien, orienté SW-NE, contre un ensemble d'accidents orienté W-E encadrant son extrémité orientale et il n'y a pas continuité entre les aires occidentales (Meseta marocaine-Moyen Atlas-Meseta oranaise et Haut Atlas-Atlas saharien) et le Massif de l'Aurès.

3° Reprenant la remarque faite au sujet du Trias diapyr des environs de Biskra, nous constatons que ce Trias est complètement absent de la Meseta oranaise, mais nous le voyons reparaître dans la lisière séparant l'aire tello-rifaine de l'aire Moyen Atlas-Meseta, dans les régions où cette dernière subit de la part de l'aire tello-rifaine une compression. On le trouve notamment au S de Relizane et aux abords de Chellala, à l'E de Boghari (bord S du géosynclinal tellien) puis plus à l'E, au S de Constantine, dans la région des lacs sétifiens, enfin vers Duvivier, Souk Arhas, et dans la série du Flysch qui se poursuit vers la Medjerda. En somme, le Trias diapyr se montre essentiellement, dans la région qui nous occupe, à la bordure méridionale de l'aire tello-rifaine et à la séparation entre les aires occidentales et le massif de l'Aurès. Ces accidents triasiques offrent dans leur ensemble, une orientation W-E ou NW-SE et non SW-NE. Ils sont les uns parallèles à l'axe de l'aire tello-rifaine et aux accidents récents des Kabylies, de la région constantinoise, et du N de l'Aurès, les autres situés à la jonction entre Atlas et Aurès.

4° L'ensemble des faits que nous venons de voir : butée oblique des aires du Haut et du Moyen Atlas contre l'aire tello-rifaine, orientation générale des venues de Trias diapyr, parallélisme des accidents aurasiens et de ceux de l'aire tellienne, attirent l'attention sur une liaison possible entre les mouvements de cette dernière et ceux du massif de l'Aurès.

Le coincement des aires occidentales entre l'aire tello-rifaine au N et le bas Sahara au S et leur butée contre le massif aurasien à l'E semble aussi faire ressortir un mouvement récent vers le SE de la partie la plus orientale de l'ensemble plissé de l'Atlas saharien, provenant de ce serrage imposé par l'appui vers le S que présente l'aire rifaine, dont nous savons la surrexion postérieure au Néogène. Dans ces conditions, l'accident sud aurasien tirerait son origine de cette pression latérale excercée par l'aire tellienne sur le massif déjà figé de l'Atlas saharien et la distor-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

sion vers le SE de l'extrémité orientale de ce massif serait due à ce que la pression était là à un maximum. D'autre part, les accidents subméridiens qui bordent le Sahel tunisien auraient même origine, les terrains déjà consolidés ayant été fracturés (et les autres, plissés) au contact du socle tunisien, sous l'influence de cette poussée vers le SE. Il s'agit là, en somme, d'une virgation simple correspondant au mouvement NW-SE d'un socle supportant le pays sétifien, l'Aurès, les monts des Némencha et de Tunisie. Un très léger mouvement horizontal est capable de provoquer de tels accidents et celui qui se manifeste vers Biskra semble y suffire largement.

5° On remarquera que la bissectrice de l'angle formé par les deux ailes de la virgation et dont le sommet correspond à peu près au fond du Golfe de Gabès, passe sensiblement au centre des massifs kabyles, équivalents du massif ancien du Rif et correspondant comme lui à une surélévation de l'aire tello-rifaine, à un maximum de poussée.

III. Les aires anticlinales des plis de fond à l'Est du méridien de Biskra.

A l'E, au seuil de Biskra, nous ne retrouvons plus les trois grands plis de fond du Maroc, on rencontre seulement, au N de l'aire du Bas Sahara, abaissée de 1.000 à 3.000 mètres par rapport à celle de l'Aurès (Laffitte), d'une part cette aire même de l'Aurès qui se poursuit de Biskra au Cap Bon, limitée au N par la dépression des lacs sétifiens et de la Medjerda, d'autre part l'aire tello-rifaine, représentée par les massifs kabyles, par leur chaîne calcaire partiellement recouverte de dépôts crétacés et tertiaires, et par leur Flysch avec Trias extrusif. On remarquera que la dépression des lacs sétifiens est occupée, comme les dépressions séparant au Maroc les plis de fond, par des dépôts miocènes, éogènes et crétacés supérieurs et qu'il en est de même de celle de la Medjerda. Cette dépression doit-elle être assimilée à celle entre Rif et Moyen Atlas ou à celle entre Moyen et Haut Atlas ? La correspondance de forme et d'orientation ainsi que de stratigraphie des plis anténéogènes de l'Aurès avec ceux de même âge de l'Atlas saharien et l'amenuisement progressif vers l'E de l'aire Moyen Atlas-Meseta, font tout au plus ressortir une certaine analogie entre la dépression des Zahrez et celle située entre Moyen et Haut Atlas. Celle entre Rif-Tell, d'une part, Moyen Atlas-Meseta, d'autre part, est encore reconnaissable dans la région à dépôts miocènes de Médéa, mais à partir du Sud du Djurdjura, elle n'est plus discernable du Flysch de l'aire tellienne

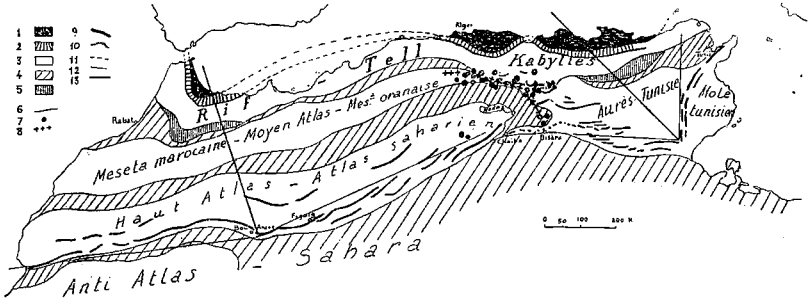
Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

et il ne se montre donc aucun rapport entre elle et celle des Zahrez.

On le voit, les conditions orotectoniques sont, pour le massif aurasien et ses annexes, tout autres que celles des aires tectoniques situées à l'W du méridien de Biskra et la dépression des lacs sétifiens et de la Medjerda est propre à cette région et ne continue directement ni l'une ni l'autre des dépressions occidentales.

IV. Conclusions.

1° Le grand accident sud atlasien que nous avons décrit naguère et dont Laffitte a récemment démontré l'âge post-miocène s'étend de l'Atlantique au seuil de Biskra. Il borde au S l'aire anticlinale ou pli de fond dit du Haut Atlas-Atlas saharien. Il se comporte comme l'expression, tantôt en cassures, tantôt en plissements, d'une virgation peu intense dont le centre correspond sensiblement à un axe qui, prolongé, atteint la région de maximum de



1. Massifs anciens du Rif et des Kabylies (avec, par places, revêtement de Flysch ou de terrains mésozoïques).
2. Chaîne calcaire du Rif et des Kabylies.
3. *a*) Portion externe de l'aire Rif-Tell, comportant des zones de Flysch. *b*) Plis de fond des aires Anti Atlas-Sahara, Haut Atlas-Atlas saharien, Mesetas-Moyen-Atlas, Aurès-Tunisie et Môle tunisien.
4. Aires synclinales déprimées entre les plis de fond.
5. Régions en bordure du Flysch riches en Trias diapyr (schématiques).
6. Limites entre les divers compartiments.
7. Emplacements schématisés des venues de Trias diapyr entre les méridiens de Djelfa et de Batna.
8. Axe général de ces venues.
9. Accidents signalés par P. et L. Russo et par R. Laffitte.
10. Accidents signalés par J. Savornin.
11. Raccordements hypothétiques des segments rifains et kabyles.
12. Côtés des angles formés par les ailes de chacune des virgations atlasienne et aurasienne.
13. Bissectrices de ces deux angles.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

relèvement de l'aire du Rif-Tell. L'orientation des deux branches de cette virgation est, pour l'occidentale, sensiblement WSW-ENE, pour l'orientale : SW-NE. Entre cet accident au S et la Méditerranée au N se succèdent trois *plis de fond* : pli Haut Atlas-Atlas saharien, pli Meseta marocaine-Moyen Atlas-Meseta oranaise, pli Rif-Tell.

2° A l'Est de ce grand accident, un autre se manifeste, offrant aussi la forme d'une virgation dont le centre correspond sensiblement à un axe, qui, prolongé, atteint le milieu de la région dite des massifs kabyles, région orientale de relèvement maximum de l'aire Rif-Tell. L'orientation des deux branches de cette virgation est, pour l'occidentale, WNW-ESE, pour l'orientale S-N, avec inflexion ensuite vers le NNE. Entre cet accident et la Méditerranée vers le N, on ne décèle que *deux plis de fond*, celui de *l'Aurès-Tunisie* et celui de la *Kabylie*, partie orientale du *pli de fond Rif-Tell*.

3° Les deux virgations juxtaposées présentent leurs bases sur une direction commune orientée sensiblement SW-NE. La virgation orientale est plus intense que l'occidentale. Ce fait est en rapport avec la pression plus forte subie de la part de l'aire tello-rifaine, qui est bien plus proche de l'Aurès que du Haut Atlas.

4° L'accident sud-aurasien, comme l'accident sud-atlasien, est d'âge récent, contemporain de la surrexion des chaînes rifaines et tellienne.

5° Si nous admettons, au moins comme hypothèse de travail, la poussée du môle africain vers le NW, nous sommes amenés à considérer la succession des événements qui ont abouti à la formation du Grand accident sud-atlasien et du Grand accident sud-aurasien comme étant la suivante :

A) Le môle africain, cheminant vers le NW, plisse, aux temps anténéogènes (et même dès le Crétacé et le Bathonien, l'un de nous l'a récemment montré), les terrains qui le bordent au N, et fracture orthogonalement à sa marche, c'est-à-dire suivant une ligne SW-NE, leur substratum : sa propre lisière. Un môle nouveau est ainsi créé, étendu du Sahara à la Mesogée. Commençant à faire appui contre les sédiments du synclinal méditerranéen, il tend à se relever par le N, constituant un pli de fond. La poussée continuant, une nouvelle fracture se produit, dans ce môle même, orientée comme la précédente et deux fragments se trouvent constitués qui seront le pli de fond Moyen-Atlas-Meseta et le pli de fond Haut Atlas-Atlas saharien.

B) Le mouvement continue ; nous sommes au seuil des temps néogènes. Au N des terres africaines, le géosynclinal méditerra-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

néen, soumis à la poussée sans cesse plus forte venue du S, tend à émerger. Sous cette même poussée, les môles nés des fractures du bord saharien tendent à chevaucher l'un sur l'autre, des dépressions synclinales se montrent alors entre eux et leur bord N tend à s'élever avec pentes abruptes à regard septentrional et pentes plus douces vers le S. Dans les chenaux créés par les dépressions qui séparent ainsi ces aires de bombement, s'installent les mers miocènes ou les déblais continentaux. Après le Vindobonien, la poussée continuant, le synclinal méditerranéen émerge dans la région du Rif et du Tell et son substratum se trouve poussé, par le même mécanisme que pour les autres compartiments, vers le N et vers le haut.

Mais, maintenant, ces terres plissées du synclinal méditerranéen qui forment l'aire Rif-Tell, se trouvent coincées entre les terres africaines d'une part, les terres européennes de l'autre (Espagne, Thyrrhénide). Des fractures vont se produire, et, au niveau des points où se fait la pression maxima, se manifestent aussi les relèvements maxima (Rif, Kabylies) et l'aire, au lieu de s'orienter normalement au sens de poussée, s'oriente suivant la forme du bord continental contre quoi elle bute. Les môles situés en arrière vont alors subir le contre-coup de cette butée et l'aire Rif-Tell elle-même reflluera en partie vers le S (écailles et nappes rifaines, Trias diapyr de la zone du Flysch). Quant aux aires plus méridionales, elles subiront soit des plissements, là ou le matériel est demeuré assez plastique, soit des fractures, là où il est rigide.

C) En outre, l'obliquité du socle saharien par rapport à la butée méditerranéenne oblige les parties orientales de ce socle, coincées contre l'aire tello-rifaine, elle-même butée contre les terres méditerranéennes, soit à s'élever au-dessus d'elles, soit à passer au-dessous. Nous constatons que c'est la deuxième condition qui s'est réalisée et le bord du Sahara s'abaisse progressivement en allant de l'W vers l'E, de telle sorte que l'aire de l'Anti-Atlas montre des terrains cambriens à des altitudes de près de 2.400 m. dans l'W (Dj. Lkest) alors que dès la frontière algéro-marocaine elle ne nous montre plus que le Dinantien vers 1.900 m. (Dj. Antar) et bientôt le Crétacé vers 900 m. à Tamednaïa et vers 600 m. à Ghardaïa, pour nous laisser seulement, dans le Bas Sahara, voir, au-dessous du niveau de la mer, le Quaternaire.

Cet abaissement du front de l'aire Anti Atlas-Sahara vers l'Est se traduit, par compensation, par le relèvement de l'Atlas, qu'a bien montré Laffitte, mais qui est en fait conditionné par les deux phénomènes concomitants : relèvement réel de l'Atlas par contre-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

coup le poussant vers le Sud sur l'aire du Sahara, mais aussi abaissement réel du Sahara passant sous l'aire de l'Atlas saharien dans la partie orientale.

6° En somme, il existe deux accidents dans le Sud et l'Est de la Berbérie, l'un : *Grand accident sud-atlasien*, va de l'Atlantique à Biskra et est en rapport avec la poussée en retour centrée sur le maximum de surrexion de l'aire tello-rifaine dans l'W, massif ancien du Rif ; l'autre : *Grand accident sud-aurasien et ouest tunisien*, va de Biskra au Cap Bon, dessinant une forte pointe vers le SE et est en rapport avec la poussée en retour centrée sur le maximum de surélévation de l'aire tello-rifaine dans l'Est, massifs kabyles.

BIBLIOGRAPHIE

Fallot (P.) et A. Marin. — Sur la constitution d'ensemble de la chaîne calcaire du Rif Espagnol de Ceuta à Punta Pescadores. *CR. Ac. Sc.*, 20 mars 1933, t. 196, p. 871.

Fallot (P.), J. Bourcart, J. Lacoste et J. Marçais. — Esquisse géologique du N du Maroc, échelle 1/1.000.000e, État de 1931. Paris 1933.

Glangeaud (L.). — Recherches géologiques sur le NE de la Province d'Alger. 1935. Thèse de Paris.

Joleaud (L.). — Remarques sur la tectonique de l'Algérie extrême-nord-orientale, *C. R. Congrès A. F. A. S.*, Rabat 1934, 58e Sess., pp. 127-128.

Laffitte (R.). — La formation et l'épaisseur des sédiments de l'Aurès (Algérie) et de quelques autres régions du bord sud de la Mésogée. *Arch. Mus. Hist. Nat.*, Paris 1935, Vol. tricentenaire, 6e série, t. XII, pp. 201-206.

Laffitte (R.). — Les plissements post-nummulitiques dans l'Atlas saharien. *B. S. G. F.*, 1939, 5e série, t. IX, nos 1-2-3, pp. 135-159.

Russo (P.). — La structure des plateaux de l'Afrique Mineure. *La Géographie*, déc. 1923, pp. 537-556 et janv. 1924, pp. 167-186.

Russo (P.). — Rapports tectoniques généraux des reliefs moyen-atlasiens. *Géologie de la Méd. occidentale*, Barcelone, vol. V, no 10, partie I, 15 mars 1936.

Russo (P. et L.). — Le Grand accident sud-atlasien. *B. S. G. F.*, 5e série, t. IV, 1934, pp. 375-384.

Russo (P.). — Le Djebel Lakhdar et le terrain des Gour (Maroc oriental). *B. S. G. F.*, 5e série, t. VII, année 1937, pp. 163-172.

Savornin (J.). — Étude géologique de la Région du Hodna et du plateau sétifien. Thèse de Lyon, 1920.

Solignac (H.). — Étude géologique de la Tunisie septentrionale. Thèse de Paris, 1928.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Sur deux végétaux permiens nouveaux du bardien de l'Oural

par **M. D. Zalessky**[1].

Le long du versant occidental de la chaîne de l'Oural s'étend une zone de dépôts permiens qui ont reçu dans la littérature géologique le nom de dépôts artiens[2]. Ces dépôts sont représentés principalement par des sédiments terrigènes et se composent de schistes sableux argileux, de grès gris verdâtres et de conglomérats, suivis de nouveau par des grès ; mais par places il y entre aussi des calcaires.

Ces dépôts changent de caractère vers le haut de la coupe, de sableux-argileux deviennent peu à peu plus marneux, et la coloration des affleurements de grise et sombre d'apparence devient jaunâtre et gaie. Dans les affleurements, parmi les grès et les schistes marneux apparaissent de minces couches de calcaires marneux jaune clair. Une telle succession de roches a lieu, par exemple dans le bassin de la rivière Sylva, sur son parcours entre l'ancienne usine Kamensky et l'embouchure de la rivière Tchékarda, où l'on observe la superposition de la sombre assise des dépôts artiens de Chalïa-Ourma par l'assise dénommée tissovienne. A. Stuckenberg rapportait ces deux assises de roches, qu'il ne distinguait point, aux dépôts artiens. L'auteur a séparé le complexe supérieur de ces dépôts artiens, à partir de l'assise tissovienne, dans un nouvel étage dénommé par lui, d'après son développement, entre autres, sur la rivière Barda, étage bardien.

A part le caractère lithologique quelque peu différent de ces deux complexes de sédiments, ils se distinguent encore par la composition de la flore qu'ils renferment. La flore des dépôts bardiens quoique étant liée, par ordre de succession, à celle des

1. Note présentée à la séance du 27 mars 1939.

2. Ces dépôts ont reçu leur nom de la rivière Artïa, affluent de la rivière Oufa, où ils se sont développés et furent étudiés pour la première fois par rapport à leur faune et à leur flore. Sur cette rivière se trouve une usine qui porte pour cette raison le nom d'usine d'Artïa. Cette usine possédait sur la rive gauche de la rivière Oufa, sur la montagne Kachkabache, des carrières, exploitées autrefois, d'où proviennent la première faune fossile et les empreintes de plantes fossiles décrites par Eichwald et plus tard par A. P. Karpinsky et J. Schmalhausen.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

dépôts artiens, diffère cependant de cette dernière. Elle se distingue par une richesse exceptionnelle de formes végétales comparativement avec la flore pauvre des dépôts artiens et doit être envisagée pour cette raison comme le fait décisif sur lequel est fondée la séparation du complexe de roches bardiennes dans un étage à part.

Les particularités caractéristiques de la flore, riche en espèces de l'étage bardien, sont la présence dans cette flore d'Équisetacées des genres *Calamites*, *Paracalamites*, *Equisetina*, *Phyllotheca*, *Corynophyllites* et *Sachyogyrus*, de Conifères représentés par les genres *Walchia*, *Ullmannia*, *Voltzia*, *Brachyphyllum*, *Bardella*, *Ammatopsis* et par une série de nouvelles Salisburiées, originales par leur vue, des genres *Dicranophyllum* et *Mauerites* et des nouveaux genres *Uralobaiera* et *Biarmobaiera*, puis l'apparition précoce dans cette flore de représentants de Fougères de genres ordinairement propres à la flore jurassique comme *Lomatopteris*, *Scleropteris* et *Stenopteris*, et enfin sa richesse en représentants du genre *Callipteris*. La parenté de la flore des dépôts bardiens avec celle de dépôts artiens est évidente d'après la présence dans cette flore des espèces artiennes caractéristiques : *Paracalamites Kutorgae* (Geinitz), *Paracalamites decoratus* (Eichwald), *Psygmophyllum expansum* (Brongniart), *Psygmophyllum cuneifolium* (Kutorga), *Callipteris uralensis* Zal. et *Pecopteris anthriscifolia* (Goeppert). Les deux dernières espèces deviennent ici encore plus répandues et partant caractéristiques. Parmi les nouvelles *Pecopteris*, il faut noter la découverte dans cette flore de *Pecopteris Helenaeana* Zal., une forme commune dans les dépôts vorkoutiens de l'Oural Petchorien et de l'étage petchorien du pays de la Petchora. Il est très important de noter pour cette flore, dans un but stratigraphique, à part les deux *Pecopteris* nommées, encore un représentant du genre *Angaridium* (*Angaridium bardense* Zal.), dont deux autres représentants, *Angaridium Potanini* (Schmalh.) et *Angaridium mongolicum* Zal., ont été rencontrés par nous dans l'ancienne flore permienne du bassin de Kousnetzk renfermée dans l'assise inférieure à charbon de ce bassin, que l'auteur a dénommée assise tomienne. Il importe de marquer la présence dans cette flore de représentants de deux genres gondwaniens : *Gangamopteris* et *Glossopteris*. Les découvertes de représentants de ce dernier genre ont été faites tout dernièrement (*Glossopteris uralica* Zal., *Glossopteris biarmica* Zal. et *Glossopteris peremiana* Zal.). L'importance de ces découvertes est très grande, car elle prouve une certaine parenté de la flore permienne de

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

l'Angaride avec la flore du même âge de la Gondwana, et la nécessité d'admettre leur contact dans le Thétys et leur influence réciproque. Ceci a déjà été présumé par l'auteur en raison de la présence dans la flore de l'Angaride d'une série d'autres plantes peut-être moins caractéristiques. On a découvert tout dernièrement dans la flore bardienne un représentant de Gigantoptéridées de leur groupe caractérisé par la nervation pennée de ses pinnules, pour lequel l'auteur a créé le nouveau genre *Aipteris*. La découverte d'un représentant de Gigantoptéridées dans les dépôts bardiens est intéressante comme un indice direct du lien qui existait entre la flore de ces dépôts, à part sa parenté avec celle de Gondwana, encore avec la flore de Cathaysia, dans laquelle les représentants de Gigantoptéridées étaient des plantes caractéristiques.

Dans la flore de l'étage bardien on a dernièrement découvert, sur la rivière Sylva, près de l'embouchure de la rivière Tchékarda, des échantillons intéressants du genre *Arcyopteris*, représenté par une nouvelle espèce marquée du nom *Arcyopteris biarmica* Zal. Ce genre a été, comme l'on sait, établi d'après une seule espèce *Arcyopteris asiatica* Zal. provenant des couches supérieures de l'assise tomienne près de la limite de l'assise abienne. La trouvaille d'un nouveau représentant de ce genre dans une flore nettement permienne (dans l'étage bardien) est une preuve de plus que l'assise tomienne du bassin de Kousnetzk, où l'on rencontre un autre représentant du même genre, doit nécessairement être reconnue pour une flore plutôt d'âge permien que d'âge carbonifère supérieur, comme cela était admis sans raison par certains auteurs.

Dans les sédiments de l'étage bardien ont été découvertes jusqu'à présent 142 espèces de plantes dont la plupart étaient nouvelles pour la science. Dans cet article nous ajoutons à la liste de ces plantes encore deux espèces nouvelles, notamment *Callipteris levidensis* Zal. et *Bardia gracilis* Zal. et nous donnons plus bas leurs descriptions et leurs figures.

La succession indiquée des dépôts bardiens aux dépôts artiens vers le haut de la coupe a lieu non seulement dans le bassin de la rivière Sylva, mais aussi dans celui de la rivière Aï, où un complexe artien typique correspondant dans le bassin de la Sylva à celui de Chalïa-Ourma (assise d'Aï de l'auteur) est suivi vers le haut de la coupe le long de la rivière Kouchkaïak, affluent gauche de la rivière Aï, par un complexe gréseux-marneux avec des éléments de flore de l'étage bardien (assise de Kouchkaïak) ; à ce dernier succède plus haut un complexe gré-

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

seux (assise sabanakovienne), contenant la même flore. Cette même flore bardienne est aussi rencontrée plus haut suivant la coupe dans l'assise de Tauro-Iouva (ou assise de Kochélevka), séparée de l'assise de Sabanakova par une assise de marnes jaunes à dalles minces d'environ 40 m. d'épaisseur (assise oustikienne), et par une assise de calcaires et de dolomites poreux de 60 m. environ d'épaisseur, qui compose l'assise lémézienne de l'auteur. Cette dernière était comparée à tort par A. Stuckenberg avec l'étage koungourien des environs de Koungour, auquel il ne faut rapporter que le complexe de roches calcaires-gypso-dolomitiques qui se trouve près de la ville Koungour et représente l'équivalent marin de l'assise de Chalïa, ou de Chalïa-Ourma de dépôts artiens, c'est-à-dire un complexe de roches considérablement plus ancien que les dépôts de l'étage bardien.

Ce dernier superpose par ses assises tissovienne et souksounienne et par l'assise de schistes marneux l'assise de Chalïa-Ourma de dépôts artiens, tandis que par ses assises de schistes marneux, marqué par les anciens géologues de signe P_1^a il gît sur le véritable Koungourien.

Il est inutile de dire qu'il serait inadmissible de rapporter les dépôts de l'étage bardien à ce dernier, comme le font plusieurs géologues, car dans ce cas serait altérée l'idée même de l'étage koungourien que nous donne son auteur A. Stuckenberg, qui estimait que le Koungourien est composé exclusivement de calcaires, de dolomites et de gypse.

La coupe d'ensemble de l'étage bardien avec les corrélations des assises pour les bassins des rivières Sylva et Barda avec les bassins des rivières Aï et Oufa est représentée sur la table ci-contre.

DESCRIPTION DES VÉGÉTAUX FOSSILES

Callipteris levidensis Zal. n. sp.

Fig. 1

Une fronde de petites dimensions, connue par sa partie apicale, divisée en deux moitiés presque symétriques et portant à l'extérieur, au-dessous et au-dessus de la dichotomie des pennes espacées, dirigées obliquement, étroites, presque réduites jusqu'à la largeur du rachis. Les pennes assises sur la fronde au-dessus de la dichotomie et dirigées vers l'intérieur sont 2,5 fois plus courtes que les pennes extérieures. L'axe de la fronde est légèrement bordé d'un limbe aliforme; cet axe étroit, ayant environ 2,5 mm. de largeur, dichotomise à un angle de 65° en des rachis de la même largeur, droits ou quelque peu recourbés

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

	BASSIN DE LA RIVIÈRE SYLVA ET DE LA RIVIÈRE BARDA	BASSINS DE LA RIVIÈRE AÏ ET DE LA RIVIÈRE OUFA	
		ASSISES D'APRÈS M. D. ZALESSKY	ASSISES D'APRÈS DOROFÉEV ET RIABININE
Étage BARDIEN	Assise des schites marneux	Assise Tavro-Iouvienne ou de Kochélevka	P_1^{C2}
	Assise Souksounienne		
	Assise Tissovienne	Assise de Léméza	P_1^{C1}
	Interruption de la sédimentation	Assise Oust-ikienne	P_1^{a7}-P_1^{a8}
		Assise de Sabanakova	
		Assise de Kouchkaïak	P_1^{a5}-P_1^{a6}
Étage ARTIEN	Assise de Chalïa ou de Chalïa-Ourma	Assise de Aï	P_1^{a1}-P_1^{a4}

vers l'extérieur, ailés sur les côtés. L'axe indivisé de la fronde ne s'est conservé que sur le parcours de 14 mm. avec une seule penne légèrement recourbée vers l'extérieur assise sur l'axe sous un angle d'environ 45°. La longueur de la portion conservée de la fronde est d'environ 7 cent., et sa largeur entre les sommets des pennes primaires d'environ 7,5 cm. Les pennes des portions extérieures de la fronde,

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

assises sur l'axe de la penne primaire sous un angle de 40°, sont étroites avec des pinnules courtes, plates, fortement distantes l'une de l'autre et ressortant en coin; leur largeur ne dépasse pas 5,5 mm. Elles sont d'un contour triangulaire, avec un sommet arrondi, légèrement pointu, et s'élargissent graduellement vers leur base, dont le bord anodrome et surtout le bord catadrome décurrent sur l'axe ou rachis étroit, ayant 1,75 mm. environ de largeur. La longueur des pinnules à la base des pennes est d'environ 2 mm. et leur largeur à la base d'environ 1,5 mm.; leur grandeur diminue peu à peu vers le sommet des pennes. Chaque penne semble décurrer sur l'axe de la penne primaire qui la porte parce que sur le bord catadrome de chaque penne, à l'endroit où elle sort de l'axe de la penne primaire, se trouve une pinnule assise dans l'angle qui continue sur la penne primaire la rangée de pinnules de la partie inférieure de la penne. Une pinnule semblable, décurrente sur l'axe des pennes primaires, est aussi observée chez les pennes du côté intérieur de la fronde, malgré leur faible développement en comparaison avec les pennes extérieures; pourtant ici la pinnule est assise dans l'angle même formé par la penne et l'axe de la penne primaire, ou bien à la base de la penne.

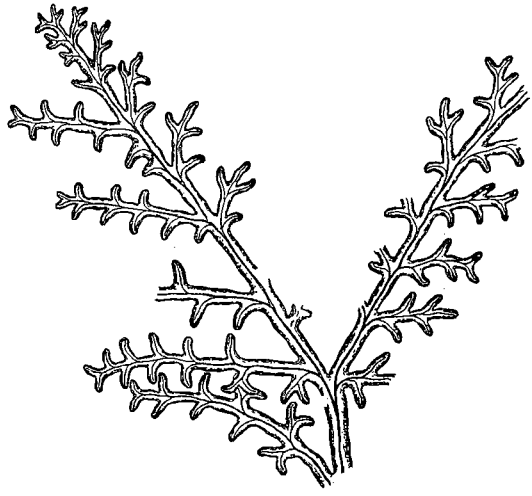


FIG. 1. — *Callipteris levidensis* ZALESSKI. Rive gauche de la rivière Sylva, en aval de l'embouchure de la rivière Tchékarda. × 2

Les pennes du côté intérieur de la fronde et celles du côté extérieur sont alternantes ou presque opposées. La nervation de la fronde est très simple. Dans chaque axe de penne se trouve une nervure médiane, dont s'approchent des deux côtés des nervures décurrant de chaque pinnule assise sur la penne.

La dichotomisation de la fronde et la décurrence des pinnules

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

des pennes assises sur cette fronde sur l'axe des pennes primaires, malgré le faible développement du limbe des pinnules, indique clairement l'appartenance de la fougère décrite plus haut au genre *Callipteris*; elle est reconnue comme un nouveau représentant de ce genre, proche par le faible développement du limbe foliaire de *Callipteris strigosa* ZEILLER.

Cette plante est connue par un seul échantillon d'une portion de la partie supérieure d'une fronde représenté par deux empreintes, tant positive que négative.

La reproduction est donnée par le dessinateur sur la fig. 1 d'après l'ensemble de ces deux empreintes.

Provenance et horizon. Rive gauche de la rivière Sylva, en aval de l'embouchure de la rivière Tchékarda. 1938. M. Z. Étage Bardien.

Bardia gracilis ZAL. n. sp.

FIG. 2.

Des frondes palmées de petites dimensions à rachis long, sortant en buisson d'un rhizome. La longueur de la plus grande des sept frondes se trouvant sur le même rhizome, y compris le rachis, est de 118 mm. et celle du rachis seul — de 58 mm. La largeur du limbe palmé de cette même fronde est d'environ 58 mm. Cette dernière est divisée par la dichotomie du rachis en deux portions presque symétriques dont chacune est pennisequée du côté intérieur en segments décurrents allongés linéaires, un peu obtus à la pointe; du côté antérieur le limbe porte deux pennes véritables, pennisequées en segments pareils.

Les nervures dichotomisent déjà dans les rachis des frondes. Dans l'un de ces rachis on voit, non loin du limbe de la fronde jusqu'à 4 nervures, dont l'une, celle de gauche, simple, dichotomise bientôt et entre comme nervure double dans la base des divisions de la moitié gauche symétrique de la feuille, et les trois autres contribuent à fournir les nervures des divisions de la moitié droite de la feuille. Dans le limbe de la fronde les nervures principales sorties du rachis, bifurquent plusieurs fois successivement.

Sur le meilleur échantillon de cette espèce de fougère on observe sur un seul rhizome sept frondes étalées sur le même plan, dont trois se sont particulièrement bien conservées, n'étant presque point entamées et peuvent donner une idée exacte du caractère de leur démembrement (fig. 2).

D'après ce caractère et les dimensions des frondes l'espèce

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

décrite rappelle beaucoup *Bardia Maueri* [1], mais elle se distingue de cette dernière espèce par le démembrement penné plus régulier des deux moitiés symétriques des frondes ; chez *Bardia Maueri* ce démembrement a un caractère irrégulier, et les segments des pennes des frondes ne sont pas tout à fait linéaires, mais quelque peu cunéiformes.

FIG. 2. — *Bardia gracilis* ZALESSKI. Rive gauche de la rivière Barda, Kroutaïa, Katouchka (grandeur naturelle).

L'angle auquel la penne intérieure de la feuille s'écarte de la penne extérieure atteint chez *Bardia Maueri* 50°, tandis que chez *Bardia gracilis* les mêmes portions de la fronde ne forment qu'un angle de 40°. Les pennes intérieures dans les deux moitiés symétriques de la fronde de *Bardia gracilis* divergent vers le haut, tandis que chez *Bardia Maueri* elles sont opposées et se rapprochent vers le haut. Outre cela, il faut noter chez *Bardia Maueri* la largeur un peu plus grande du rachis de la fronde et des rachis des deux moitiés symétriques de sa feuille compara-

1. M. D. ZALESSKI. Observations sur les végétaux nouveaux du terrain permien inférieur de l'Oural. *Bull. de l'Acad. Sciences de l'U.R.S.S.*, C.S.M.N., 1933, p. 284, fig. 1.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

tivement avec *Bardia gracilis*, quoique les frondes de cette dernière soient quelque peu plus grandes que les frondes de *Bardia Maueri*. Le rachis de la fronde immédiatement au-dessous du limbe foliaire chez *Bardia Maueri* a 3 mm. de largeur, et chez *Bardia gracilis*, seulement 2 mm. La largeur des rachis des moitiés symétriques de la feuille est de 3 mm. chez *Bardia Maueri*, et de 1,5 mm. seulement chez *Bardia gracilis*.

Outre l'échantillon de *Bardia gracilis* ayant sept frondes sur le même rhizome, représenté par deux empreintes — positive et négative, provenant des rives de la rivière Barda de Kroutaia Katouchka, l'auteur a à sa disposition un superbe échantillon de rhizome avec une seule fronde conservée, représenté aussi par deux empreintes — positive et négative. La fronde de ce dernier échantillon, découvert sur la rivière Barda, à Krasnaia Glinka, est longue de 13 cm. dont 52 mm. forment la longueur du rachis. La largeur du limbe de la fronde est d'environ 6 cm. Ici l'on remarque que les deux moitiés presque symétriques de la fronde ont le caractère de pennes simples avec des segments extérieurs très développés et des segments intérieurs développés faiblement; les segments sont cunéiformes vers l'extérieur et découpés à leur sommet et n'ont que de rares indices de découpure pennée sur leurs bords latéraux, tandis que cette découpure est très caractéristique sur les portions cunéiformes des frondes de l'exemplaire à sept frondes où ces portions deviennent de véritables pennes.

Provenance et horizon. Rive gauche de la rivière Barda, Kroutaia Katouchka et rive de la même rivière, Krasnaia Glinka. 1938. M.Z. Étage Bardien.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

RAPPORT DE LA COMMISSION DE COMPTABILITÉ

EXAMEN DES COMPTES DE 1939.

A. — BUDGET DE LA SOCIÉTÉ

Recettes.

Si l'on enlève des recettes le montant des contributions d'auteurs (46.899 fr. 65) qui sont plutôt une atténuation de dépenses, on trouve un total de recettes pour l'exercice 1939 égal à 179.227,32 ; le total correspondant pour l'année 1938 était de : 194.791,02 ; les recettes ont donc diminué de 16.563,70. Cette diminution provient principalement d'un ralentissement des ventes et abonnements, comme on pouvait s'y attendre en raison des événements. Les cotisations inscrites pour un chiffre à peu près égal à celui de l'année précédente (le nombre de membres ayant peu varié) n'ont pas cependant donné le même rendement, pour les mêmes raisons : c'est pourquoi il a paru nécessaire d'inscrire, aux dépenses, une provision élevée pour « créances douteuses ».

Dépenses.

En retranchant de la même manière qu'aux recettes les contributions d'auteurs, les dépenses de 1939 s'élèvent à 245.924,57 — 46.899,65 = 199.024,92 contre un total correspondant de 215.502,44 en 1938, soit une diminution de 16.477,52. Cette diminution provient de la réduction des publications dont le montant (non compris les contributions d'auteurs) a été de : 85.294 fr. contre 131.713 fr. ; cette réduction est due à la mobilisation d'un grand nombre d'auteurs qui n'ont pu faire parvenir de nouvelles études.

L'exercice se termine donc par un fort déficit de 19.797,60 qui n'est comblé à la situation que grâce à des recettes exceptionnelles dues aux plus-values des valeurs vendues pendant l'année et à un règlement favorable des comptes des exercices antérieurs.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Projet de budget 1940.

Bien que les circonstances n'aient pas permis d'envisager un développement des publications, on doit prévoir que le budget de 1940 se soldera encore par un fort déficit si la subvention est maintenue à 20.000 fr., seule somme encaissée au moment où ce rapport est rédigé. Il a paru utile cependant au Conseil de ne pas diminuer l'activité de la Société en réduisant par trop les possibilités de publication.

B. — COMPTE BIBLIOGRAPHIE

Les recettes ne se sont élevées qu'à 31.377 fr. (contre 41.641,15 en 1938) ; la diminution provient uniquement de la réduction de la subvention. Les dépenses se sont abaissées à 29.011,65 (contre 40.610,20 en 1938) ; les frais d'impression ont été réduits, les références de 1939 étant beaucoup moins nombreuses.

Une faible somme de 2.412 fr. vient ainsi en déduction du déficit antérieur qui est entièrement à la charge de la Société Géologique.

C. — COMPTE PRIX

Ce compte n'appelle aucune observation. L'actif de ce compte s'est accru de 22.030,76 dû en grande partie à la réalisation du legs de Lamothe (20.000 fr.).

CONCLUSIONS

La Commission de Comptabilité renouvelle ses conseils de prudence des années antérieures mais tient compte de la nécessité pour la Société de maintenir son activité sous forme de publications. Elle espère que l'appel adressé aux Pouvoirs publics pour faciliter cette action, utile au rayonnement scientifique français, sera entendu et que la Société disposera d'une subvention suffisante : l'ordre qui règne dans les finances de la Société, l'effort de compression des dépenses autres que celles se rapportant aux publications montrent que tout le nécessaire a été fait dans ce sens par la Société elle-même.

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, M^me^ Mémin, dont le dévouement est à la base de la bonne marche de la Société.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

COMPTE SOCIÉTÉ

Opérations 1939

Recettes		Dépenses	
Revenus titres.....	20.484,98	Publications :	
Cotisations	70.251,—	C.R. somm.....	20.063,90
Ventes et abonnts :		Bulletins.....	63.010,40
Bulletins : abonnts ..	22.954,79	Mémoires.....	49.054,65
ventes....	1.513,40	Réun. extr.....	65,30
Mém. : Souscript...	12.380,—	Réimpression	
ventes.. .	12.912,70	Loyer, chauffage, éclairage.....	22.838,15
Ventes diverses.....	6.380,50	Impôts, assurances...	4.783,60
Subvention.....	28.000,—	Ports divers.....	4.510,70
Recettes diverses	4.349,95	Bibliothèque, fiches, reliures.....	2.205,95
	179.227,32	Secrétariat, frais de bureau, téléphone..	38.104,40
Contrib. auteurs :		Remises sur ventes...	8.058,—
Bulletins.....	8.345,—	Achats à Bibliogr....	4.000,—
Mémoires.....	38.554,65	Dépenses diverses....	4.229,52
	226.126,97	Créances douteuses...	25.000,—
Solde débit. exercice	19.797,60		245.924,57
	245.924,57		

Situation fin 1939

Crédit		Débit	
Cotisations à vie.....	4.000,—	Solde débit. exercice..	19.797,60
Recettes exception. :		Dépenses exception. :	
Règlem. comptes clos.	7.480,65	Règlem. comptes clos	
Plus-value valeurs : remboursées ou vendues.....	10.286,01	Comptes d'ordre :	19.797,60
Compte d'ordre.....	—	Aug. actif dispon.....	1.969,06
	21.766,66		21.766,66

PROJET DE BUDGET 1940

Opérations

Recettes		Dépenses	
Revenus titres.....	16.000,—	Publications :	
Cotisations.....	65.000,—	C. R. somm.....	10.000,—
Ventes et abonnts :		Bulletins	40.000,—
Bulletin : Abonnts...	11.000,—	Mémoires.....	38.000,—
Ventes ...	4.000,—	Loyer, chauffage, éclairage.....	20.000,—
Mém. : Souscript...	3.000,—	Impôts.....	4.600,—
Ventes	8.000,—	Ports divers.....	2.400,—
Contributions auteurs :		Biblioth., fiches, reliure	3.000,—
Bulletin.....	1.000,—	Secrétariat, frais de bureau, téléphone....	33.500,—
Mémoires	26.000,—	Remises sur ventes...	2.500,—
Subventions.....	20.000,—	Achats à Bibliogr....	4.000,—
Recettes diverses.....	2.000,—	Dépenses diverses....	2.000,—
	156.000,—	Créances douteuses...	25.000,—
Solde débiteur.....	29.000,—		185.000,—
	185.000,—		

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

COMPTE BIBLIOGRAPHIE

Opérations 1939.

Recettes		Dépenses	
Subventions.....	18.940,—	Secrétariat, t. X.....	12.210,20
Souscriptions.....	4.517,—	Impression, t. X.....	15.000,—
Ventes.....	3.920,—	Ports.....	1.000,—
Achats par Soc. Géol.	4.000,—	Remises sur ventes...	392,—
		Fiches.....	409,45
			29.011,65
		Solde crédit. exercice.	2.365,35
	31.377,—		31.377,—

Situation fin 1939.

Crédit		Débit	
Solde crédit. exercice.	2.365,35	Règlem. comptes clos.	—
Règlem. comptes clos.	46,65		—
		Diminution du déficit.	2.412,—
	2.412,—		2.412,—

COMPTE PRIX

Opérations 1939.

Recettes		Dépenses	
Revenus.....	6.652,86	Prix Fontannes.....	1.100,—
		Médaille Fontannes...	88,90
		Médaille Prestwich...	88,95
		Subv. sur fondations Fonds de Riaz.....	3.000,—
		Frais de banque.....	135,40
		Contrib. frais génér..	208,85
			4.622,10
		Solde crédit. exercice.	2.030,76
	6.652,86		6.652,86

Situation fin 1939.

Crédit		Débit	
Solde crédit. exercice.	2.030,76	Augmentation actif disponible.....	22.030,76
Recettes exceptionnelles (Legs de Lamothe)..	20.000		
	22.030,76		22.030,76

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

TABLE

DES NOTES ET DES MÉMOIRES CONTENUS

DANS LE VOLUME IX DU BULLETIN (1939)

J. Alloiteau. — Polypiers récoltés par M. P. Sénesse dans le Santonien de La Jouane, Cne de Sougraigne (Aude) (*Pl. I*) 3

É. Basse et *P. Sénesse.* — Sur quelques Invertébrés crétacés des Corbières méridionales (*Pl. II, 1 fig.*) 23

É. Basse. — Sur quelques Mollusques crétacés des Corbières méridionales (*Pl. III, 6 fig.*) 35

F. Roman et *J. Roger.* — Observations sur la faune des Pectinidés de Malte (*Pl. IV et V*) 59

F. M. Bergounioux. — Crinoïdes du Frasnien de Château-Gaillard, près Trélon (Nord) (*Pl. VI, 4 fig.*) 81

Albert Michel-Lévy. — Données comparatives sur les compositions chimique et minéralogique des granites du Mendic, du Sidobre et de l'Aigoual (Montagne noire et Cévennes méridionales) 93

G. Delépine. — La discordance Viséen sur Famennien près Taouz (Confins algéro-marocains du Sud) (*Pl. VII*) 97

Albert Michel-Lévy. — Synthèse de minéraux par la détonation d'explosifs brisants et par pneumatolyse (*Pl. VIII*) 105

A. Carpentier. — Remarques sur la flore de quelques gisements jurassiques (*Pl. IX*) 111

M. Dreyfuss. — Les Cystoïdes de l'Ordovicien supérieur du Languedoc (*Pl. X, XI et XII, 3 fig.*) 117

R. Laffitte. — Les plissements post-nummulitiques dans l'Atlas saharien (*Pl. XIII, 8 fig.*) 135

F. Firtion. — Sur la présence de *Burgundia Trinorchii* dans le Portlandien de la région de Morteau (Jura) (*Pl. XIV*) 161

P. Lamare. — La série paléozoïque du Massif du Baygoura et de la vallée de la Nive, ses relations avec les terrains secondaires environnants (*1 fig.*). 163

B. Brajnikov. — Sur quelques roches éruptives de la région d'Ax-les-Thermes (Ariège) (*1 fig.*) 185

L. Royer. — La Carélie et la péninsule de Kola d'après l'excursion du XVIIe Congrès géologique International 193

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Dorothée Le Maître. — Observations sur la faune de gisements dévoniens du Tafilalet (Maroc) 201

Colette Dechaseaux. — *Megalodon*, *Pachyerisma*, *Protodiceras*, *Diceras*, *Pterocardium* et l'origine des *Diceras* (*Pl. XV*) 207

G. Garde. — La région d'Aydat (Puy-de-Dôme) et ses roches d'origine métamorphique (*8 fig.*) 219

H. Alimen. — Détails observés dans la stratigraphie du calcaire pisolithique de Vigny (*Pl. XVI, 4 fig.*) 241

A. F. de Lapparent. — A propos de l'âge tertiaire du « calcaire pisolithique » de Vigny (S.-et-O.) 249

Geneviève Delpey. — Les différenciations chez les Gastéropodes capuliformes : organisation des *Platyceratidae* (*11 fig.*) 251

P. Lemoine. — Léonce Joleaud (*1 portrait*) 267

P. Pruvost. — Quelques observations sur le phénomène de plissement, faites dans les bassins houillers (*Pl. XVII, 2 fig.*) 307

Charles Jacob. — La vie et l'œuvre d'Henri Douvillé (*1 portrait*) 321

Graham F. Elliott. — Deux Brachiopodes nouveaux de l'Auversien du bassin de Paris (*3 fig.*) 594

P. A. Gillard. — Observations stratigraphiques sur le Toarcien supérieur du détroit de Poitiers (*Pl. XVIII*) 599

R. van Aubel. — Contribution à l'étude géologique des lamidats de Boubandjidda et de Bibemi (Cameroun septentrional), *2e partie* 611

J. Houdard. — L'étage albien et sa faune aux environs de Saint-Dizier (Haute-Marne) (*4 fig.*) 625

J. Savornin. — La Chaîne numidique ou Barrage des Zardézas (Constantine) (*10 fig.*) 637

R. Soyer. — Coupe géologique de Cormeilles-en-Parisis (S.-et-O.) 652

Élie Gagnebin. — La géologie du Chablais (Feuille de Thonon, au 1.80.000e, 2e édition) 673

P. et *L. Russo.* — Nouvelles observations sur le grand accident sud-atlasien (*1 fig.*) 692

M. D. Zalessky. — Sur deux végétaux permiens nouveaux du Bardien de l'Oural (*2 fig.*) 703

Rapport de la Commission de Comptabilité 713

Table du T. IX 717

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES MATIÈRES ET DES AUTEURS

du Bulletin et du Compte Rendu sommaire

des séances de la Société Géologique de France.

5e série, tome IX, année 1939

Les renvois aux pages du Bulletin *sont en chiffres* gras, *les chiffres ordinaires* maigres *se rapportent aux pages du Compte rendu sommaire.*

A

Abrard (R.). Prés. d'ouvr., 216.
Afrique. F. Blondel et P. Legoux, **10**. — Voir *Afrique occ.*, *Algérie*, *Atlas saharien*, *Cameroun*, *Congo*, *Maroc*, *Somalis.*
Afrique occidentale. P. Legoux, 59.
Agafonoff (V.). Prés. d'ouvr., 151.
Albien. J. Houdard, **625**.
Algérie. F. Ehrmann, 189. — P. Chabanaud, 190. — J. Savornin, **637**. — P. et L. Russo, **691**.
Algues. L. et J. Morellet, 92, 119. — J. Pfender, 122. — A. Boxte, 164. — P. Jodot, 171.
Alimen (H.). Détails observés dans la stratigraphie du calcaire pisolithique de Vigny (Pl. XVI, 4 fig.), 114, **241**.
Allègre (R.). Prés. d'ouvr., 65, 226.
Allocution. J. Piveteau, 4, 125. — E. Raguin, 5. — L. Morellet, 181.
Alloiteau (J.). Polypiers récoltés par M. P. Sénesse dans le Santonien de La Jouane, cne de Sougraigne (Aude) (pl. I), **3**.
Alpes. A. Jeannet, 70. — L. Moret, 135. — M. Gignoux et L. Moret, 183. — C. Pussenot, 197, E. Gagnebin, **673**.
Annam. E. Saurin, 99, 110.
Arambourg (C.). La phase terminale du Nummulitique en Perse occidentale, 208.
Arbenz (P). Prés. d'ouvr., 177.
Argiles. A. Vatan, 144.
Ariège. M. Legraye, 61. — B. Brajnikov, **185**.
Astre (G.). Mammouth des nappes alluviales du Bram, 52.
Atlas saharien. R. Laffitte, **135**.
Aubert-Couturier (Cl). Nécrologie, 127.
Aubert de La Rüe (E.). La géologie du Hanleh (Côte Française des Somalis), 26. — Prés. d'ouvr., 41. — Sur la géologie de la Somalie française, 57.
Avnimelech (M.). Sur la présence des *Cuneolina* dans le Turonien de la Palestine, 140. — *Choffatella decipiens* Schlumb. dans le Crétacé inférieur de la Syrie et de la Palestine, 162.
Ax-les-Thermes (*Ariège*). B. Brajnikov, **185**.
Aydat (*Puy-de-Dôme*). G. Garde, **219**.

B

Babet (V.). Prés. d'ouvr., 151.
Baie d'Hudson. E. Bruet, 28.
Barrabé (L.). Obs. à une comm. de M. B. Gèze, 48. — Prés. d'ouvr., 105. — Sur la nature et l'âge de certaines formations à galets de la région de Sigean et Portel et du Sud de Narbonne, **117**.
Barrabé (L. Bertrand et L.—). Prés. d'ouvr., 191.
Barrois (Ch.). Nécrologie, 193.
Barton (D. C.). Nécrologie, 205.
Basse (Éliane). Sur qq. Mollusques crétacés des Corbières méridionales (pl. III, 11 fig.), **35**.
Basse (Éliane) et Pierre Sénesse. Sur qq. Invertébrés crétacés des Corbières méridionales (pl. II, 1 fig.), **23**.
Bassin de Paris. P. Jodot, 19, 104. —

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

G. Denizot, 48. — H. Parent, 50. — A. Cailleux, 108. — L. L. Feugueur, 160, 212. — L. et J. Morellet, 169. — H. Alimen, **241**. — A. F. de Lapparent, **249**. — G. F. Elliot, **593**. — R. Soyer, **653**.

Bassins houillers. P. Pruvost, **307**.

Baygoura (*Massif du*). P. Lamare, **163**.

Belgique. A. Renier, 166.

Bellair (P.). Sur la composition minéralogique des sables du grand Erg occidental, 212.

Bergounioux (F. M.). Crinoïdes du Frasnien de Château-Gaillard, près Trélon (Nord) (pl. VI, 4 fig.), 28, **81**. — Observations sur les terrasses de la Dordogne, en amont de Bergerac, 88.

Bertrand (L.). Prés. d'ouvr., 92.

Bertrand (L.) et L. Barrabé. Prés. d'ouvr., 191.

Besairie (H.). Prés. d'ouvr., 152.

Bibliographie des Sciences Géologiques. Prés. d'ouvr., 13.

Bien (M. N.). Prés. d'ouvr., 65.

Blake (G. S.). Prés. d'ouvr., 203.

Blondel (F.) et P. Legoux. Rectifications à la feuille n° 1 de la Carte géologique internationale de l'Afrique, **10**.

Boisse de Black (Y.). Sur un accident post-oligocène aux environs de Bort (Corrèze), 38.

Boit (A.). Prés. d'ouvr., 104.

Boni (A.). Prés. d'ouvr., 151.

Bonnichon (M^me^). Prés. d'ouvr., 177, 217.

Bonte (A.). Prés. d'ouvr., 92. — Sur quelques nouveaux gisements à Solénopores en France, 164.

Bort (*Corrèze*). Y. Boisse de Black, 38.

Bourcart (J.). Sur les vasières des estuaires de la Manche, 73 (Obs. de M. A. Rivière), 74. — Obs. à une comm. de M. Lecointre, 160.

Bourdeau (J. M.). Quelques gisements de grès éocènes sur le Massif Vendéen, 83,

Bourdier (F.). Prés. d'ouvr., 191.

Boursault (H.). Nécrologie, 182.

Boyd (J.). Prés. d'ouvr., 150.

Brachiopodes. G. F. Elliot, **593**.

Brajnikov (B.). Sur quelques roches éruptives de la région d'Ax-les-Thèrmes (Ariège) (1 fig.), 78, **185**.

Brèches. A. Vatan, 54.

Breistroffer (M.). Note sur le Cénomanien du Vercors (Isère), 106.

Briquet (A.). La tectonique du Perche d'après la carte hypsométrique, **114**.

Bruet (E.). Chute de poussières au Sud de la Baie d'Hudson au cours de l'hiver 1936-37, 28.

Brun (P. de). Prés. d'ouvr., 65.

Bryozoaires. P.-A. Gillard, 86.

Buzeins (*Aveyron*). H. Vincienne et J. Durand, 224.

C

Cailleux (A.). Structure polygonale énigmatique sur des surfaces de limons dégagées par la mer, 26. — Blocs façonnés par le vent dans l'Est et le Centre du Bassin Parisien, 108. — Obs. à une comm. de M. A. Vatan, 157. — Prés. d'ouvr., 192. — Phénomènes périglaciaires au Quaternaire dans le Vexin Normand, **218**.

Cailleux (R. D. Crommelin et A. —). Sur les sables calcaires de la côte égyptienne à 50 km. à l'Ouest d'Alexandrie, 75.

Calcaire pisolithique. Alimen, **241**. — A. F. de Lapparent, **249**.

Calvados. H. Parent, 34, 81, 101, 136, 161.

Cameroun. B. Gèze, 219. — R. van Aubel, **611**.

Carbonifère. G. Delépine, 18.

Carélie (*La*). L. Royer, **193**.

Carpentier (A.). Remarques sur la flore de quelques gisements jurassiques (pl. IX), 48, **111**. — Note sur un faciès kimméridgien à plantes du Jura Central, 211.

Caster (Kenneth E.). Prés. d'ouvr., 150.

Cévennes. Alb. Michel-Lévy, **93**.

Chabanaud (P.). Nouveaux genres de Poissons fossiles du Sahélien d'Algérie, 190.

Chablais. E. Gagnebin, **673**.

Chalon-s.-Saône. C. Rouyer, 97.

Champlay (*Yonne*). P. Jodot, 222.

Chaput (E.). Prés. d'ouvr., 116.

Charrin (V.). Prés. d'ouvr., 42.

Chatelet (C.). Prés. d'ouvr., 65.

Choubert (B. et G.). Prés. d'ouvr., 216.

Collet (L. W.). Prés. d'ouvr., 177.

Comptabilité. Comptes de 1939, **713**.

Congo. R. Van Aubel, 185, 186.

Corbières. J. Alloiteau, **3**. — É. Basse et P. Sénesse, **23**. — É. Basse, **35**.

Cormeille-en-Parisis (*S.-et-O.*). R. Soyer, 196, **653**.

Cornbrash. A. P. Dutertre, 64. — H. Parent, 50, 136, 161.

Corroy (G.). Prés. d'ouvr., 93.

Corse. G. Denizot, 120, 199. — P. Jodot, 146. — E. Maury, 175.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Couffon (Dr Olivier). Nécrologie, 126.
Crétacé. S. Fabre, 30. — F. Roman, 58. — P. Marie, 173. — H. Goblot, 206. — J. Alloiteau, **3**. — É. Basse et P. Sénesse, **23**. — É. Basse. **35**.
Crinoïdes. F. M. Bergounioux, **81**.
Crommelin (R. D.) et A. Cailleux. Sur les sables calcaires de la côte égyptienne à 50 km à l'W d'Alexandrie, 75.
Cuvillier (J.). Prés. d'ouvr., 23.
Cystoïdes. M. Dreyfuss, **117**.

D

Daguin (F.). Quelques remarques sur le flanc sud du Massif de Gaujacq-Bastennes (Landes), 12. — Prés. d'ouvr., 21, 41. — Sur le Stampien dans la région du confluent de l'Adour et du Luy (Landes), 142.
Dale (Nelson). Nécrologie, 127.
Dalloni (M.). Prés. d'ouvr., 216.
Dasse (Joseph). Nécrologie, 127.
Debrach (J.). Prés. d'ouvr., 151.
Dechaseaux (Colette). *Diceras* et *Heterodiceras*, 63. — *Megalodon*, *Pachyrisma*, *Protodiceras*, *Diceras*, *Pterocardium*, et l'origine des *Diceras* (pl. XV), 91, **207**.
Deflandre (G.). Conférence sur la composition du plancton fossile, 153.
Delaunay (P.). Prés. d'ouvr., 93.
Delépine (G.). Les niveaux à Goniatites du Carbonifère de Kenadza (Confins algéro-marocains), 18. — La discordance Viséen sur Famennien près Taouz (Confins algéro-marocains du Sud) (pl. VII), 46, **97**.
Delpey (G.). Les différenciations chez les Gastéropodes capuliformes : organisation des *Platyceratidæ* (11 fig.), 117, **251**. — Prés. d'ouvr., 203.
Demay (A.). Sur les phénomènes orogéniques et magmatiques dans la partie ouest de la feuille de Mauriac, 13.
Denaeyer (M.E.). Prés. d'ouvr., 22. — A propos des gradins concentriques propres à la structure *cone-in-cone*, 154. — Prés. d'ouv., 176.
Denizot (G.). La composition et les remaniements du cailloutis à chailles dans le Sud-Ouest du Bassin de Paris, 48. — Prés. d'ouvr., 93, 124. — Sur l'inexistence de grande phase interglaciaire dans la vallée de la Durance, 102. — Sur la position du calcaire de San Colombano (Corse), 120. — Sur la stratigraphie et la tectonique de Ponte-Leccia et de Francardo (Corse), 199.
Dérobé (M.). Prés. d'ouvr., 42, 43, 192. — Sur la présence de *Cidaris* dans le Gault du pont d'Entrèves, 188.
Desio (A.). Prés. d'ouvr., 151.
Dobrescu (H.). Prés. d'ouvr., 177.
Douvillé (Henri). La vie et l'œuvre de — par Ch. Jacob (1 portrait), **321**.
Dreyfuss (M.). Les Cystoïdes de l'Ordovicien supérieur du Languedoc (pl. X, XI et XII, 3 fig.), 52, **117**. — Observations sur les grès et poudingues de l'Ordovicien supérieur de la Montagne Noire, 112.
Dropsy (U.). Prés. d'ouvr., 105.
Durance (*Vallée de la*). G. Denizot, 102.
Durand (J.). Granites, gneiss et micaschistes du Rouergue, 71.
Durand (H. Vincienne et J.—). Sur le gisement de stibine de Buzeins (Aveyron), 224.
Dutertre (A.P.). A propos de la présence de *Zeilleria lagenalis* dans le Cornbrash de Normandie, 64.

E

Ehrmann (F). Contribution à l'étude du Paléozoïque fossilifère de la grande Kabylie, 189.
Elliott (Graham F.). Deux Brachiopodes nouveaux de l'Auversien du Bassin de Paris (3 fig.), 160, **593**.
Erhardt (H.). Prés. d'ouvr., 93, 151.
Eurasie. F. Sacco, 16.

F

Fabre (S.). Le Crétacé supérieur de la haute vallée du Gapeau (Var), 30.
Fabre (A.). Prés. d'ouvr., 93.
Fallot (P.). Rapport sur l'attribution du prix Fontannes à M. Pierre Lamare. 132. — Prés. d'ouvr., 216.
Fallot (P.) et P. Pruvost. Prés. d'ouvr., 216.
Faraud (M.). Prés. d'ouvr., 65.
Feugueur (L. L.). Un gisement fossilifère à Santeuil, Canton de Marines (S.-et-O.), 160. — Étude d'un lit coquillier dans le Lutétien de la vallée de la Viosne (F. de Paris NW), 212.
Finistère. A. Guilcher, 36.
Firtion (F.). Sur la présence de *Burgundia Trinorchii* dans le Portlandien de la région de Morteau, Jura (pl. XIV), 61, **161**.
Foraminifères. M. Avnimelech, 162. — J. Pfender, 170.
Frasnien. Bergounioux, **81**.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Furon (R.). Obs. à une comm. de M. P. Legoux, 61. — Prés. d'ouvr., 150.
Furon (R.) et P. Marie. Sur la microfaune des marnes aquitaniennes à Lépidocyclines de Qoum (Perse), 79.

G

Gagnebin (E.). La géologie du Chablais, (Feuille de Thonon, au 1/80.000, 2e éd.), 208, **673**.
Gandillot (J.). Prés. d'ouvr., 22.
Gard. J. Sornay, 78.
Garde (G.). La région d'Aydat (Puy-de-Dôme) et ses roches d'origine métamorphique (8 fig.), 101, **219**.
Gardet (G.). Prés. d'ouvr., 216.
Gastéropodes. G. Delpey, **251**.
Gérard (Ch.). Prés. d'ouvr., 65.
Gèze (B.). Sur la tectonique de la région montpelliéraine, 46 (Obs. de M. L. Barrabé), 48. — Note préliminaire sur la chaîne volcanique du Cameroun occidental, 219. — Prés. d'ouvr., 225.
Gignoux (M.). Prés. d'ouvr., 116. — Rapport sur l'attribution du prix Prestwich à M. Jacques de Lapparent, 128.
Gignoux (M.) et L. Moret. Essai de raccord entre les unités du front pennique de la chaîne alpine en France et en Suisse ; à propos d'une note récente de R. Staub, 183. — Prés. d'ouvr., 191.
Gillard (P. A.). Sur la présence de Bryozoaires dans le « pilé marin » de la Vienne, 86. — Observations stratigraphiques sur le Toarcien supérieur du détroit de Poitiers (Pl. XVIII), 122, **599**. — Prés. d'ouvr., 177.
Gillet (S.). Prés. d'ouvr., 93.
Glaciaire. G. Denizot, 102.
Glangeaud (L.). Prés. d'ouvr., 177, 217.
Goblot (H.). Sur l'extension des faciès silésiens du Crétacé dans les Karpates polonaises, 206.
Goguel (J.). Prés. d'ouvr., 116,
Gonieau (J.). Prés. d'ouvr., 22.
Goure (G. Mazenot et J.). Prés. d'ouvr., 192.
Granite. A. Michel-Lévy, **93**. — B. Brajnikov, **185**.
Granulométrie. R. D. Crommelin et A. Cailleux, 75.
Gübler (J.). Prés. d'ouvr., 41.
Guilcher (A.). Existence probable de dislocations récentes dans le Sud du Finistère, 36.
Günzler-Seiffert (H.). Prés. d'ouvr., 177.

H

Haute-Marne. J. Houdard, 162, **625**.
Helbling (R.). Prés. d'ouvr., 123,
Hocart (J. de Lapparent et R. —). Prés. d'ouvr., 216.
Hoffstetter (R.). Prés. d'ouvr., 150.
Houdard (J.). L'étage albien et sa faune aux environs de Saint-Dizier (Haute-Marne) [4 fig.], 162, **625**. — Prés. d'ouvr., 178.
Hsichih (Chang). Prés. d'ouvr., 66.
Hubert (H.). Prés. d'ouvr.. 151.
Humery (R.). Prés. d'ouvr., 176.

I

Invertébrés. É. Basse et P. Sénesse, **23**.

J

Jacob (Ch.). Prés. d'ouvr., 21, 204. — La vie et l'œuvre de Henri Douvillé (1 portrait), **321**.
Jeannet (A.). Sur des cassures nummulitiques dans les Alpes de Schwytz (Suisse centrale), 70.
Jérémine (Mme E.). Prés. d'ouvr., 176, 216.
Jodot (P.). Remarques complémentaires sur les cailloutis à chailles roulées du Bassin de Paris méridional, 19. — Observation à la note de M. G. Denizot sur les cailloutis à chailles du Sud-Ouest du Bassin de Paris, 104. — Observations aux notes de Mlle Pfender et de M. Denizot sur le calcaire de San Colombano (Corse), 146. — Présence d'Algues Conjuguées dans le calcaire lacustre d'Adon (Loiret) : leur activité pendant le Chattien, 171. — La faille d'Ouzouer-sur-Trézée, limite orientale du compartiment abaissé de Briare (Loiret), 201. — Rôle tectonique de l'ondulation anticlinale de de Champlay (Yonne), 222.
Johnson (J. Harlan). Prés. d'ouvr., 150.
Joleaud (L.). Nécrologie, 125, Notice nécrologique par P. Lemoine (1 portrait), 135, **267**.
Jordan (P.). Nécrologie, 153.
Jung (J.). Sur la présence de gneiss à deux micas dans les Vosges, 9 (Obs. de M. Michel-Lévy), 10. — Prés. d'ouvr., 22. — Remarques sur les relations du socle cristallophyllien

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

et de sa couverture paléozoïque dans le Massif Central, 32.
Jurassique. A. CARPENTIER, **111**.

K

Karpathes polonaises. H. GOBLOT, 206.
Kola (Péninsule de). L. ROYER, **193**.

L

LAFFITTE (R.). Les plissements post-nummulitiques dans l'Atlas saharien (pl. XIII, 8 fig.), 58, **135** [Obs. de M. TEILHARD DE CHARDIN], **156**. — Sur l'âge des sables à Trigonies du Jurassique terminal du Pays de Bray, 155. — Prés. d'ouvr., 175.
LAMARE (P.). La série paléozoïque du massif du Baygoura et de la vallée de la Nive; ses relations avec les terrains secondaires environnants, 28, **163**. — Remerciements pour l'attribution du prix Fontannes, 134.
Landes. F. DAGUIN, 12, 142.
Languedoc. M. DREYFUSS, **117**.
LAPADU-HARGUES. Prés. d'ouvr., 192.
LAPPARENT (A. F. DE). Prés. d'ouvr., 65, 225. — A propos de l'âge tertiaire du calcaire pisolithique de Vigny (S.-et-O.), 108, **249**, 120.
LAPPARENT (Jacques DE). Remerciements pour l'attribution du prix Prestwich, 131. — Prés. d'ouvr., 216.
LAPPARENT (J. DE) et R. HOCART. Prés. d'ouvr., 216.
LAUNAY (Louis DE). Nécrologie, 126.
LECARON (E.). Nécrologie, 153.
LECOINTRE (G.). Sur le Pliocène et le Quaternaire du Sud-Ouest-Marocain, 158 (Obs. de M. BOURCART, 160). — Prés. d'ouvr., 175, 217.
LEGOUX (P.). La « Vieille Plateforme » ouest-africaine, coupures de la Série de Base, 59 (Obs. de M. R. FURON), 61.
LEGOUX (F. BLONDEL et P. —). Rectifications à la feuille n° 1 de la Carte géologique internationale de l'Afrique, 10.
LEGRAYE (M.). La minéralisation en mispickel, pyrite, chalcopyrite de Mont-Coustant (Ariège), 61.
LELUBRE (M.). Prés. d'ouvr., 192.
LE MAÎTRE (D.). Observations sur la faune de gisements dévoniens du Tafilalet (Maroc), 88, **201**.
LEMOINE (P.). Notice nécrologique à la mémoire de L. JOLEAUD (1 portrait), 135, **267**. — Prés. d'ouvr., 150.
Lépidocyclines. R. FURON et P. MARIE, 79.
LEWINSKI (J.). Nécrologie, 7.
LINDGREN (W.). Nécrologie, 205.
LŒWISON-LESSING (F.). Nécrologie, 182.
LOMBARD (J.). Prés. d'ouvr., 151.
LOUIS (K.). Prés. d'ouvr., 177.
LUGEON (M.). Communication sur la tectonique alpine, 218.

M

MACHADO E COSTA. Prés. d'ouvr., 192.
Malte. F. ROMAN et J. ROGER, **59**.
Mammouth. G. ASTRE, 52.
Manche. J. BOURCART, 73.
MARGERIE (Emm. DE). Prés. d'ouvr., 40.
MARIE (P.). Zones à Foraminifères du Crétacé moyen de Saint-Florentin (Yonne), 173.
MARIE (R. FURON et P. —). Sur la microfaune des marnes aquitaniennes à Lépidocyclines de Qoum (Perse), 79.
MARLIÈRE (R.). Prés. d'ouvr., 42.
Maroc. G. DELÉPINE, 18, **97**. — F. VON DER WEID, 148. — G. LECOINTRE, 158. — D. LE MAITRE, **201**. — P. et L. RUSSO, **691**.
MARTEL (E. A.). Nécrologie, 126.
MARTIN (R.). Prés. d'ouvr., 22.
Massif Central. J. JUNG, 32. — A. MICHEL-LÉVY, 54. — A. VATAN, 89.
Massif Vendéen. J.-M. BOURDEAU, 83.
MATHIEU (G.). Prés. d'ouvr., 23. — La bande des schistes d'Angers du Synclinal de Saint-Pierre-du-Chemin (Vendée), 32.
MAURY (E.). Sur les interprétations tectoniques de la coupe du Col de San Colombano (Corse), 175.
MAZENOT (G. et M^me^ —). Prés. d'ouv., 116.
MAZENOT (G.) et J. GOURE. Prés. d'ouvr., 192.
Menat (Puy-de-Dôme). L. E. PITON, 80.
MENGAUD (L.). Prés. d'ouvr., 226.
MENGEL (O.). Prés. d'ouvr., 22.
MERCIAI (G.). Nécrologie, 193.
Métamorphisme. A. MICHEL-LÉVY, 194. G. GARDE, **219**.
MICHEL-LÉVY (A.). Obs. à une comm. de M. J. JUNG, 10. — Données comparatives sur les compositions chimique et minéralogique des granites du Mendic, du Sidobre et de l'Aigoual (Montagne Noire et Cévennes méridionales), 30, **93**. — Synthèse de

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

minéraux par la détonation d'explosifs brisants et par pneumatolyse (pl. VIII), 46, **105**. — Sur la hauteur du front des migmatiques dans le Massif Central (MM. Jung et Roques), 54. — Emploi des explosifs pour la synthèse des minéraux des roches de profondeur. Métamorphisme artificiel, 194.

MILON (Y.). Prés. d'ouvr., 175.

MINISTÈRE DE LA DÉFENSE NATIONALE ET DE LA GUERRE. Prés. d'ouvr., 41.

Mollon (Ain). J. VIRET, 7.

Mollusques. É. BASSE, 35.

Montagne Noire. Alb. MICHEL-LÉVY, **93**. — M. DREYFUSS, 112.

MORELLET (L.). Allocution, 181.

MORELLET (L. et J.). Prés. d'ouvr., 23, 105, 191. — Découverte de Corallines (Algues rouges) dans le Lutétien de Chaussy (Seine-et-Oise) et dans l'Éocène du Cotentin, 92. — Découverte de Dasycladacées (Algues vertes) dans l'Aquitanien du Bordelais, 119. — Découverte de *Vasseuria occidentalis* MUN.-CH. (Céphalopode) dans le Bartonien inférieur du bassin de Paris, 169. — Présomptions en faveur de l'existence du *London Clay* dans la région de Dieppe, 208.

MORET (L.). Sur l'âge des failles du Roc-de-Chère (Lac d'Annecy), 135.

MORET (M. GIGNOUX et L. —). Essai de raccord entre les unités du front pennique de la chaîne alpine en France et en Suisse ; à propos d'une note récente de R. STAUB, 183. — Prés. d'ouvr., 191.

MOROSAN (N. N.). Prés. d'ouvr., 214.

N

Narbonne. L. BARRABÉ, 118.

Nécrologie. AUBERT-COUTURIER, Dr COUFFON, J. DASSE, L. DE LAUNAY, E.-A. MARTEL, Nelson DALE, A. RICHE, P. RIENCOURT DE LONGPRÉ, G. STEFANINI, 126, 127. — J. LEWINSKI, 7. — M. PIROUTET, 57. — G. O'GORMAN, 69. — A. PEYROT, 125. — H. BOURSAULT, LŒWINSON-LESSING, 182. — G. MERCIAI, Ch. BARROIS, 193. — D. C. DARTON, W. LINDGREN, 205. — L. JOLEAUD, 125, 135, **267**.

NICKLÈS (M.). Prés. d'ouvr., 176.

Nive (Vallée de la). P. LAMARE, **163**.

Nummulitique. A. JEANNET, 70. — C. ARAMBOURG, 208.

O

O'GORMAN (G.). Nécrologie, 69.

ONFRAY (J.). Prolongement vers l'Est de la faille de Bellême-Remalard, 11.

Orne. H. PARENT, 81, 101.

P

Paléobotanique. L.-E. PITON, 80. — A. CARPENTIER, **111**, 211. — M. D. ZALESSKY, **703**.

Paléozoïque. P. LAMARE, **163**.

Palestine. M. AVNIMELECH, 140, 162.

PALMER (K. v. W.). Prés. d'ouvr., 192.

PARENT (H.). Présence des couches à *Hecticoceras retrocostatum* DE GROSS. et de la base du moyen Bathonien à Amfréville (Calvados), 34. — Présence du Cornbrash à *Zeilleria lagenalis* SCHLOTH. dans la bordure occidentale du Bassin de Paris, 50. — Position des couches à *Hecticoceras retrocostatum* de la basse vallée de l'Orne, 81. — Couches de base du Bathonien moyen de la basse vallée de l'Orne, 101. — Cornbrash inférieur de Bréville-Bavent (Calvados), 136. — Cornbrash supérieur des coteaux de Bréville (Calvados), 161.

PARKER (Ben H.). Prés. d'ouvr., 150.

PASSELECQ (G.). Prés. d'ouvr., 152.

Pays de Bray. R. LAFFITTE, 155.

Pechelbronn (Bas-Rhin). R. SCHNAEBELÉ, 138.

PÉCOIL (R.). Prés. d'ouvr., 22, 93.

Pectinidés. F. ROMAN et J. ROGER, **59**.

Perche (Région du). A. BRIQUET, 114.

PERRET (R.). Prés. d'ouvr., 42.

PERRIN (R.) et M. ROUBAULT. Influences de catalyseurs et de l'eau en particulier sur les vitesses de réaction entre solides, 76. — Prés. d'ouvr., 176.

Perse. R. FURON et P. MARIE, 79. — C. ARAMBOURG, 208.

Pétrographie. E. SAURIN, 110. — B. BRAJNIKOV, **185**. — L. ROYER, **193**. — G. GARDE, **219**.

PEYROT (A.). Nécrologie, 125.

PFENDER (J.). Sur la répartition d'une Codiacée jurassique : *Cayeuxia* FROLLO, 122. — Sur la valeur stratigraphique de *Cuneolina* D'ORB., 170.

PIROUTET (N.). Nécrologie, 57.

PITON (L. E.). Sur quelques plantes fossiles de Menat (Puy-de-Dôme) des collections du Muséum de Paris, 80.

PIVETEAU (J.). Allocution, 4, 125. — Prés. d'ouvr., 124.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Poissons. P. Chabanaud, 190.
Poitiers (*Détroit de*). P. A. Gillard, **599**.
Poldini (E.). Prés. d'ouvr., 105.
Polypiers. J. Alloiteau, 3.
Pruvost (P.). Prés. d'ouvr., 42. — Quelques observations sur le phénomène de plissement, faites dans les bassins houillers (pl. XVII, 2 fig.), 153, **307**.
Pruvost (P. Fallot et P. —). Prés. d'ouvr., 216.
Pussenot (C.). Brèche du Prorel et de l'Eychauda (Hautes-Alpes), 197. — Prés. d'ouvr., 226.
Puzenat (L.). Prés. d'ouvr., 175.

R

Raguin (E.). Allocution, 5. — Prés. d'ouvr., 21, 22.
Renier (A.). Sur la division du sol belge en régions naturelles d'après l'âge de la couverture immédiate du socle paléozoïque, 166.
Richard (J.). Prés. d'ouvr., 22.
Riche (Attale). Nécrologie, 126.
Riencourt de Longpré (P.). Nécrologie, 126.
Rivière (A.). Obs. à une comm. de M. J. Bourcart, 74.
Robaux (A.). Prés. d'ouvr., 216.
Roger (F. Roman et J. —). Observations sur la faune de Pectinidés de Malte (pl. IV et V), 28, **59**.
Roman (F.). Observations sur le Crétacé supérieur de Vaucluse et du Gard, 58.
Roman (F.) et J. Roger. Observations sur la faune de Pectinidés de Malte (pl. IV et V), 28, **59**.
Roques (M.). Prés. d'ouvr., 22.
Roubault (R. Perrin et M. —). Influences de catalyseurs et de l'eau en particulier sur les vitesses de réaction entre solides, 76. — Prés. d'ouvr., 176.
Rouergue. J. Durand, 71.
Rouyer (C.). Sur un sondage à Saint-Boil, près Chalon-sur-Saône, 97.
Royer (L.). La Carélie et la Péninsule de Kola d'après l'excursion du XVII[e] Congrès Géologique International, 80, **193**.
Rudistes. C. Dechaseaux, 63, **207**. — J. Sornay, 78.
Russo (P. et L.). Nouvelles observations sur le grand accident sud-atlasien (1 fig.), 212, **691**.

S

Sacco (F.). Le Villafranchien de l'Eurasie, 16. — Prés. d'ouvr., 151.
Sahara. P. Bellair, 212.
Saurin (E.). Synclinal hercynien aux environ de Quinhon (Annam), 99. — A propos de la thermoluminescence des roches (Essai sur des roches d'Annam). Luminescence de l'apatite, de l'autunite et du zircon, 110.
Sauze (R.). Prés. d'ouvr., 152.
Savornin (J.). La chaine numidique au Barrage des Zardézas (Constantine) (10 fig.), 162, **637**.
Schirardin (J.). Prés. d'ouvr., 192.
Schnaebelé (R.). Rencontre du socle hercynien dans le soubassement du champ pétrolifère de Pechelbronn (Bas-Rhin), 138.
Simionescu (I.). Prés. d'ouvr., 177.
Somalis. E. Aubert de La Rüe, 26, 57.
Sornay (J.). Sur une forme nouvelle de *Bournonia* du Coniacien de Vénéjean (Gard), 78.
Soyer (R.). Prés. d'ouv., 23, 116. — Coupe géologique de Cormeilles-en-Parisis (S.-et-O.), 196, **653**.
Stefanini (G.). Nécrologie, 127.
Stehn (C. E.). Prés. d'ouvr., 226.
Stratigraphie. M. Gignoux et L. Moret, 183. — H. Alimen, **241**.
Stromatopore. F. Firtion, **161**.
Sujkowski (Z.). Prés. d'ouvr., 150.
Syrie. M. Avnimelech, 162.

T

Talobre (J.) Les sites archéologiques d'Ur et d'Erech et la transgression flandrienne, 85.
Tanazacq (F.). Sur la position stratigraphique respective du Salmien et du Revinien dans le Cambro-Silurien franco-belge, 15. — Prés. d'ouvr., 217.
Tchang (T. L.). Prés. d'ouvr., 65.
Tectonique. B. Gèze, 46. — A. Briquet, 114. — L. Moret, 135. — R. Laffitte, **135**. — P. Jodot, 222.
Teilhard de Chardin (P.). Prés. d'ouvr., 65, 66, 149. — Obs. à une note de M. R. Laffitte, **156**.
Terrasses. F. M. Bergounioux, 88. — L. Barrabé, 117.
Tetry (M[lle] A.). Prés. d'ouvr., 65.
Trigonies. R. Laffitte, 155.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

U

Urbain (P.). Sur le granite de Cauterets (Hautes-Pyrénées), 46. — Sur les appareils intégrateurs et leur emploi en pétrographie, 58.

V

Van Aubel (R.). Contribution à l'étude géologique des Lamidats de Boubandjidda et de Bibemi (Cameroun septentrional) [2e partie], 142, **611**. — Prés. d'ouvr., 151. — Sur le conglomérat de la Bandja (riv. Kadeï, Moyen Congo), 185. — Minerais d'or du Kivu (Congo Belge), 186.
Van Bemmelen (R. W.). Prés. d'ouvr., 226.
Van Tuyl (F. M.). Prés. d'ouvr., 150.
Vases. J. Bourcart, 73.
Vatan (A.). Les brèches dans les terrains tertiaires du Centre de la France, 54. — Les structures oolithiques et pisolithiques dans les terrains tertiaires continentaux du Centre de la France, 89. — Observations : 1° Sur l'existence dans certaines argiles de sels alcalins solubles ; 2° Sur la structure des sables à ciment argileux, 144. — Observations sur une note de MM. R. D. Crommelin et A. Cailleux (Obs. de M. A. Cailleux), 157.
Vaufrey (R.). Prés. d'ouvr., 215.
Vendée. G. Mathieu, 32. — J. M. Bourdeau, 83.
Vercors (*Massif du*). M. Breistroffer, 106.
Vigny (*S.-et-O.*). H. Alimen, **241**. — A. F. de Lapparent, **249**.
Villafranchien. J. Sacco, 16.
Vincienne (H.). Prés. d'ouvr., 21.
Vincienne (H.) et J. Durand. Sur le gisement de stibine de Buzeins (Aveyron), 224.
Viret (J.). Note préliminaire sur la formation bressane de Mollon (Ain) et sur de nouvelles faunes de Vertébrés et d'Invertébrés qui s'y rencontrent, 7. — Prés. d'ouvr., 23.
Vosges. J. Jung, 9.

W

Waldschmidt (W. A.). Prés. d'ouvr., 150.
Wegmann (C. E.) et autres, Prés. d'ouvr., 204.
Weid (Frédéric von der). Quelques faits nouveaux dans la géologie de l'Atlas de Marrakech, 148.
Weidenreich (F.). Prés. d'ouvr., 66.
Wilmarth (G.). Prés. d'ouvr., 40.
Wrigley (A.). Remarques sur l'origine excrémentielle de certaines boues marines, 220.

Y

Young (C. C.). Prés. d'ouvr., 65, 66, 149.

Z

Zalessky (M. D.). Sur deux végétaux permiens nouveaux du Bardien de l'Oural (2 fig.), 88, **703**.

BIBLIOTHÈQUE DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS SORBONNE

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPR. MCMXLI. *La gérante de la Soc. Géol.* : Mme L. Mémin.

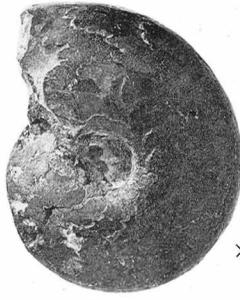
Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

1

2

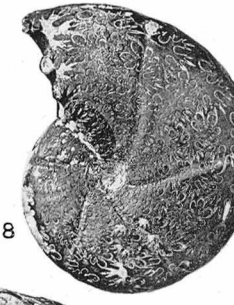
3

4



×2

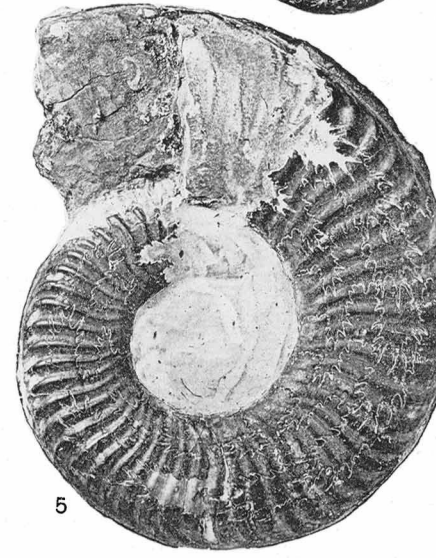
7



8

×2

6



5

Cl. Mémin

Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

5e Série, t. IX. — 1939. — Nos 1-2-3

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 NEUVIÈME

FASCICULE 1-2-3

Feuilles 1-10 — Planches I-XIII

22 figures dans le texte

BIBLIOTHÈQUE DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS SORBONNE

PARIS

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

28, rue Serpente, VI

COMPTE DE CHÈQUES POSTAUX PARIS, N° 173-72

Téléph. : DANTON 90-61

1939

PUBLICATION MENSUELLE

SEPTEMBRE 1939

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

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* [1] à la Société : 1° avec une remise de 50 °/₀, les Comptes rendus et les Bulletins (200 fr. l'année), la Bibliographie (50 fr. l'année), les **Mémoires de Géologie** (par mémoire) ; 2° avec une rem. de 20 °/₀, les **Mémoires de Paléontologie** (par mémoires séparés), les **Mémoires** (nouvelle série) par souscription au volume (160 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[e].

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

EN VENTE AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ

TABLE GÉNÉRALE

des TOMES I à XXX de la 4e série du BULLETIN

(1900-1930)

RÉDIGÉE PAR

C. P. Nicolesco

Dr ÈS SCIENCES

avec la collaboration de **Mme C. P. Nicolesco.**

Un volume in-8° raisin de 1021 pages.

Prix : 250 fr.

Prix pour les membres de la Société : **125** fr. ; franco, **135** fr.

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

(Nouvelle Série)

Tome XVII

1. — 39. — Mme DE CIZANCOURT et L. R. COX, *Contribution à l'étude des faunes tertiaires de l'Afghanistan*, 5 pl., 44 p..... fr. 100

2-3. — 40 — J. ROGER, *Le genre* Chlamys *dans les formations néogènes de l'Europe. Conclusions générales sur la répartition géographique et stratigraphique des Pectinidés du Tertiaire récent* (suite du Mém. de Paléont. n° 26 et du Mém. N. S. N° 10), 28 pl., 294 p..... fr. 250

Tome XVIII

1-4. — 41. — G. MAZENOT, *Les* Palæhoplitidæ *tithoniques et Berriasiens du Sud-Est de la France.*, 40 pl. 303 p..... fr. 275

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

TABLE DES MATIÈRES (Tome IX, Fascicule 1-2-3)

J. Alloiteau. — Polypiers récoltés par M. P. Sénesse dans le Santonien de La Jouane, Cne de Sougraigne (Aude) (*Pl. I*) 3

E. Basse et *P. Sénesse.* — Sur quelques Invertébrés crétacés des Corbières méridionales (*Pl. II, 1 fig.*) 23

E. Basse. — Sur quelques Mollusques crétacés des Corbières méridionales (*Pl. III, 6 fig.*) 35

F. Roman et *J. Roger.* — Observations sur la faune des Pectinidés de Malte (*Pl. IV et V*) 59

F. M. Bergounioux. — Crinoïdes du Frasnien de Château-Gaillard, près Trélon (Nord) (*Pl. VI, 4 fig.*) 81

Albert Michel-Lévy. — Données comparatives sur les compositions chimique et minéralogique des granites du Mendic, du Sidobre et de l'Aigoual. (Montagne noire et Cévennes méridionales.) 93

G. Delépine. — La discordance Viséen sur Famennien près Taouz (Confins algéro-marocains du Sud) (*Pl. VII*) 97

Albert Michel-Lévy. — Synthèse de minéraux par la détonation d'explosifs brisants et par pneumatolyse (*Pl. VIII*) 105

A. Carpentier. — Remarques sur la flore de quelques gisements jurassiques (*Pl. IX*) 111

M. Dreyfuss. — Les Cystoïdes de l'Ordovicien supérieur du Languedoc (*Pl. X, XI et XII, 3 fig.*) 117

R. Laffitte. — Les plissements post-nummulitiques dans l'Atlas saharien (*Pl. XIII, 8 fig.*) 135

MACON, PROTAT FRÈRES, IMP. MCMXXXIX. *La gérante de la Soc. Géolog.* Mme L. Mémin.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

5e Série, t. IX. — 1939. — Nos 4-5

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.

BIBLIOTHÈQUE DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

CINQUIÈME SÉRIE

TOME NEUVIÈME

FASCICULE 4-5

Feuilles 11-20 — Planches XIV à XVII

27 figures dans le texte

PARIS
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE
28, rue Serpente, VI
COMPTE DE CHÈQUES POSTAUX PARIS, N° 173-72
Téléph. : DANTON 90-61

1939

PUBLICATION MENSUELLE

AVRIL 1940

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

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* [1] à la Société : 1° avec une remise de 50 °/₀, 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 °/₀, 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^e^.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

TABLES GÉNÉRALES DU BULLETIN

Table générale et analytique de la 1re série, par L. Carez..... Fr. 25

Table des tomes I à XX de la 2e série, par E. Danglure..... Fr. 40

Table des tomes XXI à XXIX de la 2e série, par E. Danglure et A. Bioche ..... Fr. 35

Table des tomes I à XX de la 3e série, par G. Malloizel et Emm. de Margerie..... Fr. 80

Table des tomes XXI à XXVIII de la 3e série, par H. Vincienne. Fr. 80

TABLE GÉNÉRALE

des TOMES I à XXX de la 4e série du BULLETIN

(1900-1930)

RÉDIGÉE PAR

C. P. Nicolesco

Dr ÈS SCIENCES

avec la collaboration de **Mme C. P. Nicolesco.**

Un volume in-8° raisin de 1021 pages.

Prix : 300 fr.

Prix pour les membres de la Société : **150** fr. ; franco, **165** fr.

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

(Nouvelle Série)

En souscription

Tome XIX, 1940 : France **180 fr.** ; Étranger **200 fr.**

1-2. — Cel Gérard et J. Bichelonne : *Les Ammonites aaléniennes du Minerai de fer de Lorraine*, 33 pl., 60 p..... 125 fr.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

TABLE DES MATIÈRES (Tome IX, Fascicule 4-5)

F. Firtion. — Sur la présence de *Burgundia Trinorchii* dans le Portlandien de la région de Morteau (Jura) (*Pl. XIV*)..... 161

P. Lamare. — La série paléozoïque du Massif du Baygoura et de la vallée de la Nive, ses relations avec les terrains secondaires environnants (*1 fig.*). 163

B. Brajnikov. — Sur quelques roches éruptives de la région d'Ax-les-Thermes (Ariège) (*1 fig.*)..... 185

L. Royer. — La Carélie et la péninsule de Kola d'après l'excursion du XVII[e] Congrès géologique International..... 193

D. Le Maître. — Observations sur la faune de gisements dévoniens du Tafilalet (Maroc)..... 201

C. Dechaseaux. — *Megalodon*, *Pachyerisma*, *Protodiceras*, *Diceras*, *Pterocardium* et l'origine des *Diceras* (*Pl. XV*)..... 207

G. Garde. — La région d'Aydat (Puy-de-Dôme) et ses roches d'origine métamorphique (*8 fig.*)..... 219

H. Alimen. — Détails observés dans la stratigraphie du calcaire pisolithique de Vigny (*Pl. XVI, 4 fig.*)..... 241

A. F. de Lapparent. — A propos de l'âge tertiaire du « calcaire pisolithique » de Vigny (S.-et-O.)..... 249

G. Delpey. — Les différenciations chez les Gastéropodes capuliformes : organisation des *Platyceratidae* (*11 fig.*)..... 251

P. Pruvost. — Quelques observations sur le phénomène de plissement, faites dans les bassins houillers (*Pl. XVII, 2 fig.*)..... 307

Paul Lemoine. — Léonce Joleaud (1880-1938) (*Un portrait*)..... 267

BIBLIOTHÈQUE DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS SORBONNE

MACON, PROTAT FRÈRES, IMP. MCMXL. *La gérante de la Soc. Géolog.* M[me] L. Mémin.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

5e Série, t. IX. — 1939. — Nos 6-7

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 NEUVIÈME

FASCICULE 6-7

Feuilles 21-37 — Un portrait

PARIS
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE
28, rue Serpente, VI
COMPTE DE CHÈQUES POSTAUX PARIS, N° 173-72
Téléph. : DANTON 90-61

1939

PUBLICATION MENSUELLE

JUIN 1940

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

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* [1] à la Société : 1° avec une remise de 50 °/₀, 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 °/₀, 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[e].

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Publications de la Société Géologique de France

28, rue Serpente, Paris, VI^e^.

1° **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° de 250 p. env. *Abonnement :* France 30 fr. Etranger 40 fr.

2° **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° de 1000 pages environ avec nombreux dessins, phototypies, 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 **22.000** fr.

La Société met également en vente le t. IV de la 1^re^ série du *Bulletin*, 1833-34 (reprod. *fac-simile*), au prix de 150 frs, remise 50 °/₀ pour les membres.

3° **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° **Réunions extraordinaires,** prix divers.

5° **Mémoires: Géologie,** 1833-1910 (En vente par Mémoire).

6° **Mémoires: Paléontologie,** 1890-1923 (En vente par Mémoire).

7° **Mémoires** *Nouvelle série* (1924), en souscription : France 180 fr. — Etranger 200 fr., en librairie le tome 250 fr. minimum.

8° **Varia :** D'Archiac, Histoire des Progrès de la Géologie (moins le tome I). Prix : 60 francs.

Fontannes, 40 brochures ou volumes. Prix divers.

Caméné, Carte géologique des environs de Nice, 1877. Prix : 10 fr.

Molengraaff, Géologie du Transvaal, in-8° 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^e^.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

TABLE DES MATIÈRES (Tome IX, Fascicule 6-7)

Page

Ch. Jacob. — La vie et l'œuvre d'Henri Douvillé..... 321

TABLES GÉNÉRALES DU BULLETIN

Table générale et analytique de la 1re série, par L. Carez..... Fr. 25

Table des tomes I à XX de la 2e série, par E. Danglure..... Fr. 40

Table des tomes XXI à XXIX de la 2e série, par E. Danglure et A. Biocne..... Fr. 35

Table des tomes I à XX de la 3e série, par G. Malloizel et Emm. de Margerie..... Fr. 80

Table des tomes XXI à XXVIII de la 3e série, par H. Vincienne. Fr. 80

TABLE GÉNÉRALE

des TOMES I à XXX de la 4e série du BULLETIN

(1900-1930)

RÉDIGÉE PAR

C. P. Nicolesco

Dr ÈS SCIENCES

avec la collaboration de **Mme C. P. Nicolesco.**

Un volume in-8° raisin de 1021 pages.

Prix : 300 fr.

Prix pour les membres de la Société : **150** fr. ; franco, **165** fr.

MACON, PROTAT FRÈRES, IMP. MCMXL. *La gérante de la Soc. Géolog.* Mme L. Mémin.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

P. 1336 . 8°

5e Série, t. IX. — 1939. — Nos 8-9

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 NEUVIÈME

BIBLIOTHÈQUE DE L'UNIVERSITÉ PARIS SORBONNE

FASCICULE 8-9

Feuilles 38-46 — Planche XVIII

20 figures dans le texte

PARIS

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

28, rue Serpente, VI

COMPTE DE CHÈQUES POSTAUX PARIS, N° 173-72

Téléph. : DANTON 90-61

1939

PUBLICATION MENSUELLE

SEPTEMBRE 1940

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

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* [1] à la Société : 1° avec une remise de 50 °/₀, 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 °/₀, 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^e^.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Table générale et analytique de la 1re série, par L. Carez..... Fr. 25

Table des tomes I à XX de la 2e série, par E. Danglure..... Fr. 40

Table des tomes XXI à XXIX de la 2e série, par E. Danglure et A. Biochie ..... Fr. 35

Table des tomes I à XX de la 3e série, par G. Malloizel et Emm. de Margerie..... Fr. 80

Table des tomes XXI à XXVIII de la 3e série, par H. Vincienne. Fr. 100

TABLE GÉNÉRALE

des TOMES I à XXX de la 4e série du BULLETIN

(1900-1930)

RÉDIGÉE PAR

C. P. Nicolesco

Dr ÈS SCIENCES

avec la collaboration de **Mme C. P. Nicolesco.**

Un volume in-8° raisin de 1021 pages.

Prix : 300 fr.

Prix pour les membres de la Société : **150** fr. ; franco, **165** fr.

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

(Nouvelle Série)

En souscription

Tome XIX, 1940 : France **180 fr.** ; Étranger **200 fr.**

1-2. — Cel Gérard et J. Bichelonne : *Les Ammonites aaléniennes du Minerai de fer de Lorraine*, 33 pl., 60 p..... 150 fr.

3-4. — Geneviève Delpey. — *Gastéropodes marins : Paléontologie, Stratigraphie*, 28 pl., 114 p..... 125 fr.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

TABLE DES MATIÈRES (Tome IX, Fascicule 8-9)

Graham F. Elliott. — Deux Brachiopodes nouveaux de l'Auversien du bassin de Paris (*3 fig.*) 594

P. A. Gillard. — Observations stratigraphiques sur le Toarcien supérieur du détroit de Poitiers (*Pl. XVIII*) 599

R. van Aubel. — Contribution à l'étude géologique des lamidats de Boubandjidda et de Bibemi (Cameroun septentrional), 2e *partie* 611

J. Houdard. — L'étage albien et sa faune aux environs de Saint-Dizier (Haute-Marne) (*4 fig.*) 625

J. Savornin. — La Chaîne numidique ou Barrage des Zardézas (Constantine) (*10 fig.*) 637

R. Soyer. — Coupe géologique de Cormeilles-en-Parisis (S.-et-O.) 653

Élie Gagnebin. — La géologie du Chablais (Feuille de Thonon, au 1.80.000e, 2e édition) 673

P. et *L. Russo.* — Nouvelles observations sur le grand accident sud-atlasien (*1 fig.*) 691

M. D. Zalessky. — Sur deux végétaux permiens nouveaux du Bardien de l'Oural (*2 fig.*) 703

Rapport de la Commission de Comptabilité 713

Table du Tome IX 717

MACON, PROTAT FRÈRES, IMP. MCMXLI. *La gérante de la Soc. Géol.* : Mme L. Mémin.

Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC