5e Série, t. V. — 1935. — 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 CINQUIÈME

FASCICULE 1-2-3
Feuilles 1-12 — Planches I-VIII
31 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

1935

PUBLICATION MENSUELLE

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

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

FONDÉE LE 17 MARS 1830.

Établissement 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. 180) 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.

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

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

NOTES ET MÉMOIRES

1935

25 septembre 1935. Bull. Soc. Géol. Fr., (5), V. — 1

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

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

SUR LES RELATIONS DES SCHISTES SÉRICITEUX DES CÉVENNES MÉRIDIONALES ET DU ROUERGUE ET DU MASSIF GRANITO-GNEISSIQUE DU SÉGALA ET DU LEVÉZOU

PAR **A. Demay** [1].

J'ai montré antérieurement qu'il existe dans la partie sud du Massif Central un ensemble puissant de schistes sériciteux et de micaschistes, que l'on peut suivre depuis la région de Valence et de Largentière, vers le Sud jusque sur le versant nord de la Montagne Noire et vers l'Ouest jusque dans le Rouergue et même jusqu'en Corrèze (1, 2) [2]. J'ai été conduit en même temps à examiner les relations de cet ensemble des schistes sériciteux des Cévennes méridionales et du Rouergue avec le massif granito-gneissique du Ségala et du Levézou au Sud-Est de Rodez (1, 2). Par la suite, d'autres interprétations ont été présentées (3, 5, 6) ; je me propose de les examiner et de préciser sur quelques points avec un peu plus de détails que je n'ai pu le faire récemment (7) mes notes antérieures.

I. — CARACTÈRE ÉPIMÉTAMORPHIQUE DE L'ENSEMBLE DES SCHISTES SÉRICITEUX DES CÉVENNES MÉRIDIONALES ET DU ROUERGUE.

D'après une note fort intéressante de A. Michel-Lévy et J. Durand (2) « la lentille de mylonite de Requista apparaît au milieu d'un puissant ensemble très plissé marqué par Bergeron en schistes postdamiens, mais qui est en réalité un gneiss fin ayant subi postérieurement à sa genèse une transformation en schistes d'origine tectonique ». *Cette conclusion ne vaut que dans un sens restreint pour les mylonites plus ou moins schisteuses, formées au détriment d'une zone d'injection dans des schistes véritables, je veux dire épimétamorphiques.* J'ai montré déjà que « les schistes postdamiens » de Bergeron sont bien des schistes et quartzites épimétamorphiques, souvent même à peine métamorphiques, avec graphite ou matières charbonneuses abondantes

1. Note présentée à la séance du 17 décembre 1934.
2. Les numéros entre parenthèses renvoient à la liste bibliographique, p. 18.

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

et grains de quartz détritiques (4). Quand il y a passage de ces schistes à des gneiss, ce ne sont pas les schistes qui sont nés des gneiss par métamorphisme régressif, par diaphtorèse, mais les gneiss qui sont nés des schistes par injection ou métamorphisme [1].

Une fois ce point acquis, il reste à définir les relations de cet ensemble épimétamorphique et des gneiss et granites du massif du Ségala et du Levézou, dont une première esquisse a été tracée dans mes notes de 1931 et qui a fait l'objet de notes ultérieures de J. Durand et E. Raguin (4, 5).

II. — Relations lithologiques des schistes et quartzites sériciteux, des cornes feldspathiques, des gneiss à biotite et à amphibole du bord sud du Ségala et du Levézou.

Je distingue dans cette région de haut en bas :

1. *Les schistes sériciteux et quartzites du Truel* qui sont associés à des cornes et micaschistes à biotite, parfois avec grenat et comportent des intercalations de gneiss d'imprégnation et d'injection.

2. *Les schistes sériciteux et quartzites*, *micaschistes*, *cornes* et *schistes feldspathisés*, *gneiss à biotite*, *amphibolites* du *Viala du Tarn* et de *Montjaux*.

Dans les passages très brefs consacrés à cet ensemble, j'avais déjà en 1931, sans séparer les deux séries, signalé ces gneiss à biotite et amphibolites de la série inférieure, près du Viala (2, p. 671), A. Durand et E. Raguin ont plus tard insisté sur la différence entre des éléments analogues, près d'Ayssènes, et les phyllades de la Combe et, tenant compte en outre de la présence de zones mylonitiques, ont supposé que l'on est ici « au contact de deux pays différents, l'un hautement métamorphique au Nord, l'autre formé de schistes beaucoup moins cristallins au Sud de la vallée du Tarn » (5, p. 581).

Il y a cependant lieu de remarquer qu'il existe au Nord du Tarn, dans ce que j'appelle la série du Viala, des schistes et quartzites épimétamorphiques. tout comme au Sud dans la série du Truel. Dans la région de Montjaux, on observe de tels faciès au Nord de la zone amphibolique. Le long de la route de Castelnau a l'Est de Malpérié, ce sont des schistes noirs ou brunis par de l'oxyde de fer, un peu luisants et sériciteux par place, finement

1. Plus au Nord, J. Durand a d'ailleurs signalé ultérieurement, d'après une remarque de A. Michel-Lévy, l'existence de micaschistes tachetés, c'est-à-dire d'un faciès épimétamorphique (5), p. 201.

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

feuilletés et d'aspect si peu métamorphique qu'on est conduit à y chercher des fossiles. Au microscope, on distingue, comme dans la plupart des sédiments non transformés ou épimétamorphiques, des lits bien distincts, les uns quartzeux, les autres formés d'une matière terreuse, limonitique, qui reste éteinte entre nicols, ou encore des lits sériciteux. Des matières graphiteuses ou charbonneuses apparaissent en lits, en parcelles ou en amas. J'y ai vu un petit cristal isolé de biotite, seule trace appréciable de l'influence de la zone magmatique sous-jacente. Non loin de là, près de Malpérié et plus à l'Ouest, on observe en direction axiale des faciès un peu plus transformés, schistes sériciteux et micaschistes à muscovite. D'une manière générale des quartzites blancs à paillettes de séricite sont associés aux schistes.

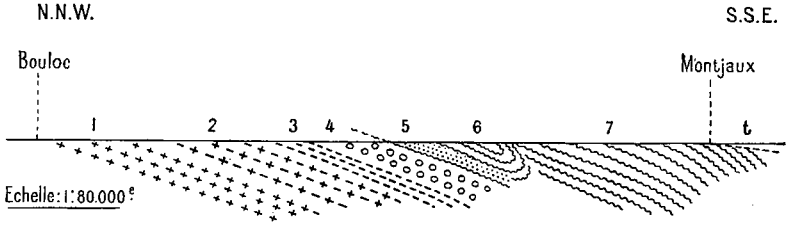


FIG. 1. — Coupe schématique du bord sud du Levézou entre Bouloc et Montjaux.

1. Granite gneissique de Bouloc.
2. Gneiss granitique à grandes lamelles de biotite et Gneiss à deux micas.
3. Quartzites et schistes sériciteux.
4. Granite porphyroïde de Malperié.
5. Gneiss d'injection et d'imprégnation au toit du laccolite granitique.
6 et 7. Série de Montjaux :
   6. Schistes et Quartzites.
   7. Schistes et quartzites feldspathisés avec amphibolites et gneiss amphiboliques.

~~~~ Surface de décollement et glissement tangentiel.

t Trias.

D'autre part, il existe *aussi bien dans la série du Viala que dans celle du Truel* des roches qui présentent l'aspect macroscopique, compact ou orienté, de *cornes*, de *micaschistes* ou *cornes feldspathiques* très riches en biotite et à très petits cristaux, dont une partie seulement est visible à l'œil nu. Dans la série inférieure ces roches sont en général assez riches en petits feldspaths. Par exemple, entre les gneiss d'injection des Oustals et du Pouget et les micaschistes d'Ayssènes, ou immédiatement au Nord de l'écrasement du Pinet sur la rive droite du Tarn, ce sont des roches qui par leur structure, par la petitesse du grain méritent le nom de schistes ou quartzites feldspathisés ou de cornes feldspa-

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

thiques plutôt que celui de gneiss. Au voisinage des gneiss d'injection et du granite on y observe de grands porphyroblastes de microcline ou de plagioclase. Dans la série supérieure, les facies feldspathiques sont beaucoup moins communs. Pourtant les cornes à biotite de la série du Truel qui affleurent à 1 km. environ en aval du Truel, c'est-à-dire assez loin des gneiss d'injection et du granite qui forment la base de la série, montrent au microscope de petits grenats et des cristaux de plagioclases. Plus près de la zone magmatique, sur le bord nord du synclinal de la Fosse, les cornes de cette même série contiennent, à côté de biotite abondante, de quartz, d'un peu de séricite et de muscovite bien développée, des cristaux d'orthose et de plagioclase. Dans la même zone, le microscope m'a permis de reconnaître des cornes un peu feldspathiques, riches en hornblende et en grenat. On peut citer encore dans cette série supérieure au N de Saint-Victor (sur don de Montredon) le passage de schistes sériciteux et quartzeux avec quartz détritique, séricite et graphite, déjà riches en petites lamelles isolées de biotite, faciès fréquent dans les parties un peu métamorphiques de cette série, à des roches qui montrent au microscope, en partie un faciès d'injection, en partie le faciès de cornes largement felsdpathiques et à petit grain, très voisin du faciès des cornes de la série inférieure.

La présence, à la fois dans les deux séries, de schistes et quartzites épimétamorphiques et de cornes et schistes feldspathisés analogues, montre qu'il ne faut pas exagérer l'opposition entre la série du Truel et celle du Viala. En particulier, il ne semble pas qu'il y ait lieu de voir dans celle-ci, comme le supposent les auteurs précités, un ensemble hautement métamorphique avant la mise en place du granite. Dans des gneiss méso ou catamétamorphiques préexistants, l'influence granitique n'aurait pas donné naissance à ces faciès de cornes et schistes feldspathisés à petit grain.

Quant aux gneiss à biotite de cette série inférieure, gneiss bien feuilletés ou même gneiss d'aspect granitoïde dont j'ai parlé dans mes premières notes, ils sont liés aux cornes feldspathiques dont il vient d'être question. De plus il semble bien qu'ils ont pris naissance sous l'influence du même magma, mais dans une partie un peu plus profonde où y a eu granitisation diffuse. Ce sont en somme des gneiss d'imbibition. L'apparition, au milieu de ces gneiss, d'aspect parfois très granitique, de schistes sériciteux ou de micaschistes, que j'avais observés en 1931, par exemple sur la crête de Saint-Étienne à l'Ouest du Viala du Tarn, renforce cette conclusion. Enfin, il est encore plus important de noter que des gneiss tout à fait analogues constituent au Nord de

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

Montjaux un des termes de transition entre le granite et les schistes et quartzites épimétamorphiques.

Bien que l'amphibole sous forme d'actinote ou de hornblende soit fréquente dans une certaine zone de la série inférieure et rare dans la série supérieure, l'opposition des deux séries à cet égard n'est pas absolue. En effet, les parties les moins métamorphiques de la série inférieure ne contiennent naturellement pas d'amphibole et même dans les parties micaschisteuses ou feldspathisées au Nord de la zone amphibolique de Montjaux, il n'y en a pas non plus ou très peu. En sens inverse, comme il a déjà été indiqué plus haut, il existe à la base de la série supérieure des cornes à

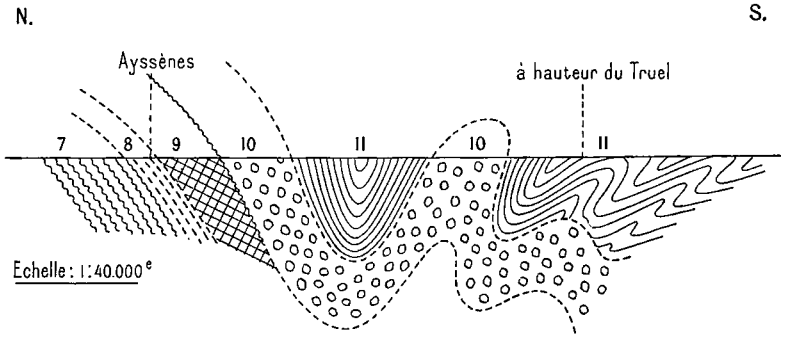


FIG. 2. — Coupe schématique du bord sud du Levézou entre Ayssènes et le Truel.

7, 8, 9. Série de Montjaux :
7. Amphibolites, Gneiss à biotite et à amphibole.
8. Micaschistes d'Ayssènes.
9. Cornes et Schistes feldspathisés.
~~~~ Surface de décollement et glissement tangentiel.
10. Granite porphyroïde et gneiss d'injection laminés. Laccolite de Saint-Amans et du Pinet.
11. Série du Truel. Cornes et schistes feldspathisés. Quartzites et schistes sériciteux.

grenat et à hornblende. Pourtant la présence de gneiss amphiboliques en bancs assez épais, parfois bien orientés, parfois assez massifs, reste un caractère particulier de la série inférieure. Mais on peut l'expliquer, soit par l'existence de couches initiales différentes (calcaires, tufs ou coulées) soit par des injections basiques un peu plus anciennes que les injections et la mise en place granitiques et à une différenciation basique du même magma. Dans le premier cas, il faut admettre que la série du Viala est, au moins en partie, différente stratigraphiquement de la série du Truel, ce qui naturellement n'entraîne pas *ipso facto* l'absence de continuité entre les deux séries et leur attribution à deux périodes différentes. Dans le second cas, il s'agit seulement d'une certaine

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

localisation des injections basiques. Seule une étude détaillée de toute la région permettrait de résoudre ce problème délicat de genèse des amphibolites. De toute manière, les faits indiqués plus haut montrent qu'il faut faire une place, pour la série supérieure, probablement aussi pour la série inférieure, en dehors des bancs amphiboliques épais, à un processus de genèse d'amphibole par influence du magma granitique.

Les décollements et glissements tangentiels dont il sera question plus loin ont pu accentuer l'opposition des deux séries. De toute façon, le passage de l'une à l'autre est masqué par l'intercalation d'un laccolite granitique et des gneiss d'injection associés. Mais à défaut de preuve directe, les conditions décrites ci-dessus, en particulier la présence, à la fois dans les deux séries, de schistes et quartzites épimétamorphiques et de cornes et schistes felspathisés analogues, et le mode probable de formation des gneiss de la série inférieure par influence et imbibition granitique conduisent à l'idée que les différences entre la série du Truel et celle du Viala résultent surtout d'une différence de degré dans l'action du même magma, différence d'autant plus naturelle qu'il y a des raisons tectoniques d'attribuer à la série du Viala une position inférieure, sinon dans l'échelle stratigraphique, du moins dans l'ensemble structural tel qu'il était constitué au moment de l'action magmatique. En tout cas, il ne semble pas qu'il y ait eu ici, avant l'influence du magma granitique d'où proviennent les granites du Ségala et du Levézou (y compris le granite du Pinet des Oustals et de Saint-Amans) une série hautement métamorphique au Nord et des schistes beaucoup moins cristallisés au Sud.

III. — Granite et gneiss d'injection. Caractères du métamorphisme.

Le granite porphyroïde et les gneiss œillés sur lesquels j ai attiré l'attention dans mes notes antérieures (**1**, p. 944) *constituent un laccolite ou une puissante apophyse* logé entre la série du Truel et celle du Viala et qui affleure dans une bande continue au moins depuis la région au Sud de Villefranche de Panat jusqu'au Sud du Viala-du-Tarn (Châteaux de Linas et de Saint-Amans, le Pouget et les Oustals au Sud d'Ayssènes, le Pinet et les Raspes) et reparaît au Sud dans l'anticlinal déversé de la Monteillerie (**1**, p. 945).

Un *granite identique*, qui affleure près de Malpérié, près de la cote 1046 et au Sud de la Lande dans la région de Montjaux

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

entre la série de Viala et un ensemble de gneiss largement cristallisés et de granite gneissique à biotite et à grain moyen (par exemple au Sud de Bouloc) *représente soit la partie haute de cet ensemble,* soit un *laccolite inférieur* (intercalation de gneiss à deux micas, micaschistes et quartzites près de la Calmette), cet ensemble pouvant être lui-même soit un batholite, soit un laccolite plus profond.

Le gisement laccolitique du granite de Saint-Amans, du Pinet et de la Monteillerie résulte de diverses observations : il y a plongée habituelle vers le Sud de la série du Viala, qui semble ainsi s'enfoncer sous le granite et sous les gneiss œillés, associés au granite, et plongée analogue des *gneiss œillés eux-mêmes*, avec des pendages souvent forts qui n'auraient pas une signification suffisante, mais parfois avec des pendages de 40 à 50° (Ayssènes et N d'Ayssènes, rive droite du Tarn au SW du Pinet, SW du Viala du Tarn près du granite). Le sens de cette plongée est en accord avec celui qui apparaît au Nord de Montjaux dans la série épimétamorphique et daus les gneiss œillés au-dessus du granite de Malpérié. D'autre part, les glissements tangentiels et replis sont certainement postérieurs au granite et aux gneiss œillés qui l'accompagnent, comme je l'ai indiqué dès 1931 (1, p. 945), de telle sorte qu'on ne peut envisager ni une intrusion presque verticale à la limite des deux séries du Truel et du Viala du Tarn, ni une disposition anticlinale de la bande granitique et gneissique Saint-Amans-le Pinet analogue à celle du granite de la Monteillerie. Il y aurait, en effet, dans ce cas, entre la série du Viala et celle du Truel, une symétrie, qui n'existe pas en fait, malgré les caractères de transition indiqués au paragraphe précédent. L'hypothèse d'un laccolite logé au-dessous de la série du Truel et au-dessus de la série du Viala et engagé en même temps qu'elles dans les glissements et replis ultérieurs me semble être la seule qui s'accorde bien avec ces diverses observations.

Dans ce laccolite, et aussi au toit du laccolite inférieur au N de Montjaux, les gneiss œillés sont pour une petite part des orthogneiss nés du laminage de ce granite (par exemple près de Malpérié, immédiatement au-dessus du granite et en divers points dans la région du Pinet et de Verdalle et dans la gorge des Raspes). Mais la plus grande part consiste en des gneiss d'injection et d'imprégnation liés au granite. Malgré l'existence de grands feldspaths laminés et certaines analogies d'aspect avec un orthogneiss, on les distingue par leur allure plus nettement gneissique et par la présence de bandes d'injections quartzeuses

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

ou feldspathiques, visibles à l'œil nu ou à plus petite échelle au microscope. C'est le cas, par exemple, d'une zone gneissique intercalée dans le granite du Pinet (au-dessous de la cote 506 à mi-chemin de Saint-Victor et du Viala). D'autres types s'écartent plus nettement du granite. Par exemple à la cote 1018, au N de Montjaux, un gneiss œillé de la zone de passage du granite aux gneiss feuilletés et à la série épimétamorphique montre au microscope de grands cristaux de plagioclase et de microcline, mais aussi du quartz et du feldspath en lits ou en grain, avec de la séricite, de la chlorite, un peu de biotite et de muscovite. C'est un gneiss d'imprégnation et d'injection. Un autre type de la même région qui a l'aspect microscopique d'un gneiss œillé granulitique blanc bien réglé, montre au microscope les grands feldspaths ovoïdes, orthose et plagioclase, du quartz et des feldspaths en grains, le tout fortement déformé, et de la muscovite et du quartz intacts. Ce n'est pas non plus un granite laminé, mais un gneiss d'injection laminé et partiellement recristallisé. On y voit de la myrmékite qui est fréquente dans les zones d'injection magmatique.

Ces phénomènes d'injection et d'imprégnation jouent aussi au delà de la zone typique des gneiss d'injection liés au granite, mais avec un apport magmatique bien plus réduit : grands feldspaths ovoïdes et aussi en partie petits feldspaths, parfois lits d'injection et myrmékite des cornes feldspathiques évoquées au paragraphe précédent.

Au toit du laccolite supérieur, la zone d'injection et d'imprégnation bien nette à l'Est (N de Saint-Victor) et surtout à l'Ouest (Saint-Amans et Linas) est très réduite en certains points. Il y a même parfois apparence de contact direct[1], peut-être exagérée par le laminage de la zone d'injection et par l'existence d'enclaves[2].

L'injection et l'imprégnation, sans être bien considérables sont plus étendues *à la base du laccolite supérieur et au toit du laccolite inférieur.*

D'une manière générale, il y a passage du granite aux gneiss d'injection, puis passage de ceux-ci aux gneiss à biotite, aux cornes et aux schistes et quartzites épimétamorphiques avec une zone intermédiaire souvent peu épaisse, comme je l'ai

1. Signalé d'abord par J. Durand, avec qui j'ai eu l'occasion de le voir.

2. Le granite est en contact avec une corne feldspathique, mais plus loin affleurent des gneiss à biotite peu épais, puis les schistes sériciteux. 500 m. plus à l'Ouest, au même contact, apparaît une zone étroite de gneiss d'injection laminés.

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

indiqué dès 1931 (1, p. 109). Toute la masse granitique et gneissique du Ségala et du Levézou (sauf des enclaves problématiques [1]) apparaît ainsi comme liée lithologiquement aux termes les moins métamorphiques des séries du Viala et du Truel et *non pas comme un ensemble plus ancien*, conclusion essentielle déjà exprimée dans mes premières notes.

Le caractère intrusif du granite, que les auteurs précités (5, p. 582) ont signalé pour toute la région au N et au S du Tarn, est vrai dans un certain sens pour le granite du Pinet, bien qu'il n'y ait pas montée discordante comme pour les granites nettement intrusifs et que son cas soit bien différent de celui des granites intrusifs post-tectoniques des Cévennes méridionales décrits dans mes notes antérieures (2, p. 698). Peut-être même s'est-il formé par injection plutôt que par intrusion véritable. Les grands feldspaths ovoïdes avant-coureurs du granite dans les paragneiss ou cornes voisines, que l'on peut observer en plusieurs points (par ex. S de la Lande près de Montjaux), l'intercalation de gneiss d'injection, qui ne sont pas des orthogneiss, au milieu même de la masse granitique (par exemple au-dessous de la cote 506 dans le granite des Raspes et du Pinet) pourraient être invoqués dans ce sens ; mais il faudrait une étude micrographique détaillée pour conclure avec certitude sur ce point. *En tout cas le caractère intrusif semble difficile à admettre pour le granite de Bouloc.* Apercevant dès 1931 ces conditions particulières, j'ai évité l'expression de granite intrusif aussi bien que celle de granite profond. Il s'agit en fait au Pinet de l'apophyse laccolitique d'un batholite ou laccolite profond.

De l'ensemble de ces observations se dégagent les conditions générales du métamorphisme dans la région considérée. En dehors des zones d'injection ou d'influence magmatique, le métamorphisme est réduit à un léger épimétamorphisme thermique et dynamique. Il en est ainsi avant les actions magmatiques, d'après les caractères minéralogiques des séries injectées et aussi après ces actions, comme le prouvent les effets dynamiques postgranitiques, en particulier la formation de mylonites, la naissance de chlorite et de séricite. Par contre, malgré les faciès de cornes et schistes feldspathisés, qui évoquent un simple métamorphisme de contact, on aperçoit un *véritable métamorphisme régional lié à la montée du magma.* Il ne s'agit

1. Ici, malgré certaines présomptions de continuité, pourrait se poser la question de l'âge d'une partie de la série du Viala.

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

pas de transformations locales par des intrusions plus ou moins capricieuses, mais de la transformation sur de grandes étendues de la base de la couverture sédimentaire [1]. On distingue des degrés successifs depuis le granite gneissique relativement profond de Bouloc, les gneiss largement cristallisés à grandes lamelles de biotite et structure plus ou moins lenticulaire, les gneiss à deux micas bien réglés et entièrement recristallisés, les gneiss œillés à muscovite à cristaux déformés et recristallisation partielle, les gneiss à biotite de type feuilleté ou granitoïde qui résultent d'une imbibition granitique, puis les gneiss d'injection des zones plus hautes, les cornes feldspathiques, les cornes à biotite, hornblende et grenat, les cornes et micaschistes riches en biotite, les schistes et quartzites sériciteux un peu feldspathiques par place, les schistes ardoisiers ou à peine métamorphiques [2]. Pour les termes les plus hauts, il peut être difficile de faire la part du métamorphisme de contact immédiat et de ce métamorphisme régional [3]. Tandis qu'au point de vue de la profondeur réelle, tout se passe dans l'épizone, la montée magmatique a donné lieu à une zone catamétamorphique et mésométamorphique ; celle-ci peu épaisse en raison même de cette profondeur réelle.

Dans l'ensemble, quoique compliqués par la notion d'une apophyse laccolitique, ces rapports lithologiques sont bien ceux que j'avais indiqués en 1931 (*op. cit.*, p. 693, 3°). Pour juger leur sens exact, il ne faut pas perdre de vue qu'ici le métamorphisme régional dépend presque entièrement de la montée magmatique et des phénomènes dynamiques qui l'ont précédée, accompagnée ou suivie. L'expression de fumerolles, que j'ai utilisée alors, traduit exactement les phénomènes d'injection dont ont parlé A. Durand et E. Raguin et auxquels j'accorde d'ailleurs beaucoup plus d'importance. Enfin les conclusions précédentes s'accordent bien avec l'idée que j'ai exprimée en 1931, que le métamorphisme régional accuse, ici comme dans le Lyonnais, des conditions de moindre profondeur que dans les Cévennes septentrionales.

1. C'est ainsi que les cornes et micaschistes riches en petits cristaux de biotite ne sont pas liés étroitement au contact granitique.

2. Je laisse de côté les amphibolites qui posent un problème délicat de genèse.

3. Dans le Lyonnais. Alb. Michel-Lévy a formulé une conclusion analogue à propos des schistes de la Brévenne.

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

IV. — Tectonique de la bordure méridionale du massif granito-gneissique du Ségala et du Levézou.

J'ai signalé dans des notes antérieures (1, 2) d'une part, que les schistes quarziteux et sériciteux des Cévennes méridionales constituent une puissante série tangentielle ou isoclinale, déversée vers le Sud (2, p. 694) avec plis couchés et discordances tectoniques à l'échelle du mètre et à l'échelle microscopique (4, p. 80). d'autre part, qu'il existe des plis aigus à la bordure méridionale du massif granito-gneissique avec ennoyage axial des plis et par suite du massif lui-même vers l'Est (1, p. 1009) enfin, que le granite et les gneiss œillés liés au granite sont ici engagés dans les mouvements essentiels, souvent laminés et même écrasés près du Pinet (2, p. 697-4, p. 80). Plus tard, une déformation du granite par les forces qui ont assuré la mise en place et l'existence de mylonites ont été évoquées par A. Durand et E. Raguin [1] (5) et A. Durand (6).

Les faits exposés dans mes notes de 1931 et dans les paragraphes II et III de la présente note s'opposent, me semble-t-il, à l'idée formulée par les auteurs précités (5) de deux pays différents « l'un hautement métamorphique au Nord, l'autre formé de schistes beaucoup moins cristallins au Sud de la vallée du Tarn » séparés par une importante surface de dislocation que marquent des zones mylonitiques. En réalité, le pays au Nord du Tarn comprend des schistes et quartzites épimétamorphiques et non pas seulement des termes hautement métamorphiques. Ceux-ci d'ailleurs (sauf de manière problématique dans des enclaves) résultent essentiellement des mêmes phénomènes d'influence et d'injection magmatique qui ont joué aussi, avec une intensité moindre, au Sud du Tarn. *Il n'y a pas changement de pays au sens lithologique et tectonique habituel du mot* [2], mais apparition d'une zone profonde par montée à la fois anticlinale et axiale. Enfin, comme les écrasements visibles près de la limite supposée des deux pays intéressent des roches qui existent de part et d'autre, granite et gneiss d'injection liés au granite, on ne voit pas que ces écrasements puissent définir, ni avant ni après les actions magmatiques, une surface de dislocation entre deux pays lithologiquement distincts.

1. Je laisse de côté les mylonites de Requista signalées par A. Michel-Lévy et J. Durand (3) qui affleurent un peu au Sud de la zone de bordure spécialement examinée dans la présente note.

2. Tel qu'il ressort par exemple d'une note d'un des auteurs précités, sur la région ouest du Massif Central français (E. Raguin. *Bull Serv. Carte*, 1927, p. 46).

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

Il est utile de préciser le fait essentiel qui vient d'être invoqué à la fin de la discussion précédente ; bien que des mouvements aient eu lieu presque certainement avant la montée magmatique, tous *les phénomènes de laminage et d'écrasement visibles à l'œil nu et même la plupart de ceux que l'on voit au microscope intéressent le granite*, les *gneiss d'injection liés au granite* ou les minéraux d'injection et d'imprégnation dans les gneiss, micaschistes ou schistes voisins. Comme exemples on peut citer à la *base de la série du Truel* le plissement et le laminage des lits ou minéraux d'injection, la formation sur le bord sud du synclinal de la Fosse de pseudo-conglomérats par laminage de lentilles quartzeuses ou de lits feldspathiques, le laminage de la petite zone d'injection sur le bord nord, le plissotement de schistes feldspathisés en face de Verdalle, les replis nombreux et le laminage des lits d'injection aussi bien que des lits sériciteux au N de Saint-Victor (sur don de Montredon), *puis à la base du laccolite granitique de Saint-Amans et du Pinet*, le laminage des gneiss d'injection près de Saint-Amans et au N de la cote 760, le laminage du granite, des gneiss œillés d'injection et des cornes felspathiques près du Pouget et sur toute la croupe des Oustals jusqu'à Ayssènes [1], l'écrasement complet du granite et des gneiss œillés au N de Verdalle, et près des Basses Arques, plus à l'Est, le laminage des gneiss œillés et des roches amphiboliques injectées à 20 m. du contact, l'écrasement du Pinet sur la rive droite du Tarn, l'écrasement de la Nauq au Sud du Viala et le laminage des gneiss d'injection sur la rive gauche du Tarn, le laminage d'amphibolites injectées de la série du Viala au SE de Méjanes, avec déformation des plagioclases qui englobent la hornblende. *Dans la région de Montjaux, à la base de la série du Viala*, les phénomènes de laminage sont souvent très accentués et intéressent le granite (formation des orthogneiss de Malperié), les gneiss d'injection et d'imprégnation de la zone de transition au S de la Lande, près de Malperié, et à la cote 1046.

Les auteurs précités indiquent (5, p. 580) que, près du contact S d'Ayssènes, les micaschistes sont durcis, mais non déformés, le granite presque toujours déformé et massif loin des contacts. Ces remarques peuvent être exactes localement, encore qu'au S d'Ayssènes et plus à l'Est, au N de Saint-Victor, j'aie

1. Par exemple, dans un échantillon de corne feldspathique recueilli entre Ayssènes et les Oustals, qui appartient à la série du Viala, les porphyroblastes d'orthose directement liés à la montée magmatique, sont fortement déformés tout comme les autres éléments de la roche.

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

observé dans les micaschistes au voisinage de ce même contact, des traces très nettes de laminage et un plissotement intense, postérieurs à l'action magmatique, visibles aussi bien au microscope qu'à l'œil nu (par exemple corne feldspathique avec plis couchés microscopiques et laminage des grains, à l'Ouest du granite du Pouget, déformation des grenats d'un micaschiste à biotite, amphibole et grenat au S d'Ayssènes, au bas des Oustals, plissement et laminage microscopique des schistes injectés au N de Saint-Victor). D'autre part, le granite et des gneiss d'injection associés au granite sont souvent laminés en dehors des contacts. Enfin, tous les faits énumérés ci-dessus montrent l'importance et la généralité des effets dynamiques postérieurs à l'action magmatique. Aussi, bien que le phénomène envisagé par les auteurs précités d'une *déformation du granite par l'action des forces qui ont assuré la mise en place* ait pu jouer effectivement, il me paraît difficile de démontrer sa réalité et de définir sa part dans l'ensemble des *déformations qui se sont produites et souvent loin du contact granitique, par suite des forces orogéniques. La mise en place du granite est d'ailleurs liée aux forces orogéniques. Mais elle a probablement été fort tranquille, simplement guidée par l'orientation de ces forces et surtout par les mouvements qui en étaient l'effet.* Il s'agit d'ailleurs là d'une question théorique qui n'a pas beaucoup d'importance pour l'étude de la structure de la région, pourvu qu'on ne néglige pas les phénomènes proprement orogéniques qui sont ici essentiels. A leur égard, les parties massives du laccolite granitique ont surtout joué le rôle d'une masse moins facilement déformable, tandis que par un laminage sélectif se trouvait accentuée dans les gneiss d'injection et dans les zones schisteuses l'orientation initiale des éléments de ces roches.

J'ai constaté en plusieurs points et d'une manière générale dans la région de Montjaux, que *les laminages et déformations évoqués à la page précédente, affectent des couches d'inclinaison moyenne ou même très faible* (50° environ dans les cornes feldspathiques très laminées entre Ayssènes et les Oustals, pendage analogue dans les gneiss œillés au Nord des Hautes-Arques, surfaces de mylonitisation peu inclinées dans le granite près de la Nauq, laminage intense des gneiss d'injection de la cote 1046 au Nord de Montjaux, malgré une inclinaison de 10 à 15° seulement). On doit en conclure que ces laminages et déformations sont dus pour leur plus grande part à des décollements et glissements d'allure plus ou moins tangentielle, suivis en certains points d'un redressement des couches et parfois d'un plissement aigu.

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

L'enracinement apparent des schistes sériciteux dans l'ensemble granito-gneissique me semble ainsi devoir être attribué à ces replis. Sous cette réserve subsistent mes indications antérieures sur l'allure des plis, dont la partie haute se déverse vers le Sud, et qui sont pincés non dans un substratum plus ancien, mais dans la partie inférieure du même système devenue plus rigide à la suite de la montée et des injections magmatiques.

En dehors de ces replis, les phénomènes orogéniques essentiels me semblent avoir été *un décollement et glissement tangentiel plus ou moins net de la série du Truel sur les gneiss et le granite du laccolite supérieur, un décollement et glissement beaucoup plus important de ceux-ci sur la série du Viala, accompagnés de laminages et d'écrasements intenses, enfin un décollement et glissement de la série du Viala et des gneiss d'imprégnation ou d'injection qui forment sa base sur le granite sous-jacent.* Ce ne sont pas des charriages de grande envergure, puisque les *relations d'injection restent visibles entre les écailles et leur substratum.* Plus bas, les gneiss à deux micas bien réglés, les gneiss à grandes lamelles de biotite et à structure plus ou moins lenticulaire (orthogneiss ou gneiss d'injection proches d'un granite) *accusent des mouvements tangentiels dans une zone plus profonde*[1] avec large recristallisation des éléments déformés[2].

La mise en place du granite est en rapport avec des mouvements qui, en raison de l'observation précédente, sont certainement de la même période, mais peuvent être immédiatement antérieurs ou contemporains ou appartenir, au contraire, à une phase un peu plus ancienne. Ce sont, suivant une expression de E. Argand, pour un cas un peu analogue dans le noyau hercynien de la nappe de la Dent-Blanche, *des injections à guidage cinétique.* Il n'est pas impossible, mais non démontré, que les gneiss amphiboliques massifs de la série du Viala correspondent à des injections un peu plus anciennes et à une différenciation basique du même magma. Sur les mouvements relatifs de la série du Truel et de la série du Viala pendant ces premières phases, on ne peut pour le moment rien dire de précis.

1. Non pas tant à cause de la profondeur réelle, qui ne différait pas beaucoup de celles des zones un peu plus hautes, mais à cause du voisinage du magma encore actif.

2. En 1931, j'avais déjà parlé de tectonique profonde à propos des plis ptygmatiques associés près du Pinet aux déformations mécaniques de type normal (2, p. 687). J. Durand qui cite mon opinion sur l'existence d'une zone relativement profonde, a présenté (d'après détermination de Alb. Michel-Lévy) une remarque intéressante sur l'existence de déformations ou écrasements en zone assez profonde (6, p. 100).

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

Quant au plissement qui a suivi les mouvements tangentiels et fait apparaître par montée anticlinale au N de la série du Truel le laccolite granitique, la série du Viala, puis le massif granito-gneissique sous-jacent et a donné naissance en bordure à des replis aigus, il suffit d'ajouter une remarque. L'ennoyage axial vers l'Est, qui est une des conclusions essentielles de mes notes de 1931 (1, p. 945) et se trouve à la base de toute l'interprétation puisqu'il prouve l'enfoncement du massif granito-gneissique sous l'ensemble isoclinal des schistes sériciteux, est démontré non seulement par les observations de tectonique générale qui figurent dans ces notes, mais par l'observation effective de l'ennoyage axial dans les petits plis et plissotements. Dans les schistes, plus ou moins transformés par les actions magmatiques, qui affleurent sur les bords du Tarn, au-dessous des Oustals (S. d'Ayssènes) les petits plis et les cannelures accusent un ennoyage axial de 40 à 60° vers l'Est. Plus à l'Est, dans la même série en face de Verdalle, l'ennoyage axial de petits plis très serrés est d'environ 50° vers l'Est.

En résumé, les conclusions de la présente note sont conformes dans l'ensemble à mes conclusions antérieures sur les relations d'un granite gneissique, du granite porphyroïde et des gneiss œillés liés au granite, compliquées maintenant par la notion d'une apophyse laccolitique, sur le passage du granite aux gneiss et de ceux-ci aux schistes sériciteux « avec une zone intermédiaire souvent peu épaisse », sur l'ennoyage axial vers l'Est et la participation du granite aux mouvements essentiels. L'interprétation tectonique coïncide avec une des deux hypothèses que j'avais envisagées en 1931, à savoir des décollements et laminages par mouvements tangentiels à certains niveaux à la base de l'ensemble des schistes sériciteux (2, p. 637). Ces conditions sont voisines de celles que H. Longchambon et moi-même avons décrites à quelque 100 km. plus à l'Est, dans les Cévennes près de Largentière, à la base du même ensemble (granite porphyroïde à la base, écailles tangentielles et replis)[1].

1. A. Demay et H. Longchambon. Sur la tectonique antéstéphanienne des Cévennes à hauteur de Largentière. *C. Rendus Ac.*, t. 194, 1932, p. 993. — *B. S. G. F.*, t. II, 1932, p. 211.

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

BIBLIOGRAPHIE

1. A. Demay. *Comptes rendus Ac.*, t. 193, 1931, p. 1098.
2. A. Demay. *B. S. G. F.*, t. 1, 1931, p. 663.
3. A. Michel-Lévy et J. Durand. *C. R. S. S. géol.*, 1932, p. 33.
4. A. Demay. *C. R. S. S. géol.*, 1932, p. 79.
5. J. Durand et E. Raguin. *Comptes rendus Ac. Sc.*, t. 195, 1932, p. 580.
6. J. Durand. *Bull. Serv. C. géol.*, t. 36, 1933, p. 95.
7. A. Demay. *Comptes rendus Ac. Sc.*, t. 199, 1934, p. 1434.

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

Accidents tectoniques aux environs de Saint-Florentin (Yonne).

par **Camille Rouyer** [1].

Le travail de révision de la feuille de Tonnerre n° 97, maintenant terminé (en collaboration avec Mlle Gillet pour les terrains crétaciques) et celui, en cours, de la feuille de Troyes, n° 82, ont permis des observations sur les déformations des terrains de la région avoisinant Saint-Florentin. On peut relier les données nouvelles ainsi acquises avec, d'une part les résultats obtenus par Mlle Hure, dans ses études sur la région d'Othe [2], et d'autre part avec les indications fournies par M. Paul Lemoine et moi-même sur les failles et plis de la Basse-Bourgogne [3].

Les horizons stratigraphiques-repère utilisés dans la circonstance ont été : 1° les *Marnes de Brienne* (zone à *Mortoniceras inflatum*) ; 2° la zone supérieure du Cénomanien, que sa différence de texture par rapport au Turonien inférieur à *Inoc. labiatus* rend facile à suivre sur le terrain [4].

Bombement d'Arces.

On sait qu'entre Arces et Pont-Evrat, la Craie à *Micraster icaunensis* s'abaisse du Sud au Nord, sur une distance de 4 km., de 48 m. ; soit un plongement de 12 m. par km. exceptionnel pour cette région du pays d'Othe. Cet accident, déjà indiqué par M. Thomas, sur la feuille de Sens, a été étudié en détail par Mlle Hure. Elle le rattache à un axe anticlinal qui atteindrait la vallée de l'Yonne à Rozoy et offre la direction armoricaine. La faille qui, à Pont-Evrat, a amené une dénivellation importante ne marque cependant pas l'axe du synclinal correspondant. En effet, aux Vauvrillons, près Fournaudin (f. de Troyes) apparaît le Turonien supérieur caractérisé par *Sternotaxis planus* Mant., *Rhyn. Cuvieri* Sow., *Rhyn. plicatilis* Sow., *Terebratula*

1. Note présentée à la séance du 21 janvier 1935.

2. Augusta Hure. Notes sur la géologie et la tectonique du Bassin de la Vanne. *B. S. G. F.*, 4e s., t. XIX, p. 218, 1919.

3. Lemoine et Rouyer. Sur l'allure des plis et des failles dans la Basse-Bourgogne. *B. S. G. F.*, 4e série, t. VI, n° 561, 1904.

4. Feuilles à consulter : Sens n° 81, Troyes n° 82, Auxerre n° 96, Tonnerre n° 97.

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

albensis LEYM. à la cote 185. Au-dessus vers la cote 200 vient la craie à *Micr. icaunensis*. Cette dernière se trouvant à Arces à 228 m., la ligne Arces-Fournaudin témoigne pour cette craie d'une différence de niveau de 40 m. environ pour 7 km. ce qui établit que le flanc du bombement d'Arces se poursuit au delà de Pont-Evrat, mais tend à faire penser que la faille de Pont-Evrat est un accident assez localisé, et qu'il ne se poursuit pas au delà du point où on l'a observé, qu'il n'atteint pas la région de Feurs et de Fournaudin, car s'il s'y propageait on rencontrerait à Fournaudin des assises plus anciennes du Sénonien.

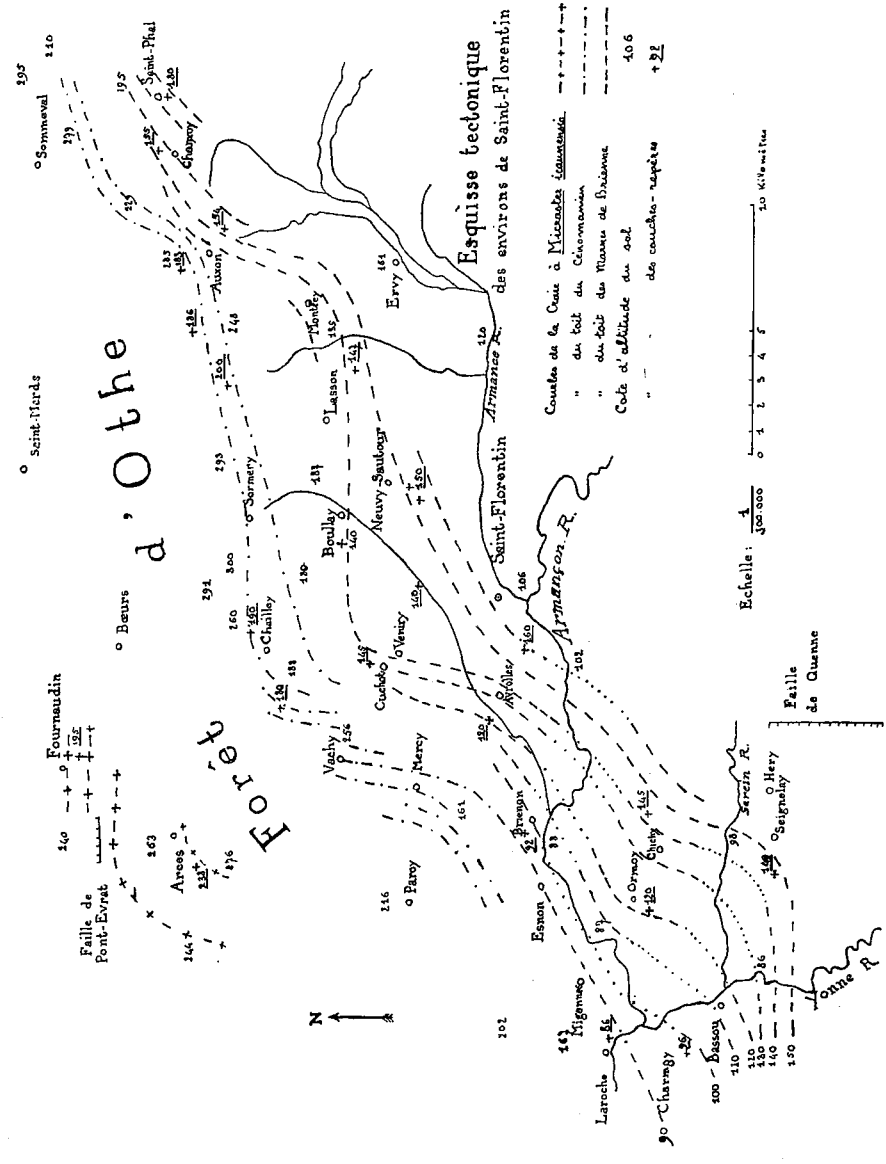
BOMBEMENT DE VENIZY.

L'allure du Turonien entre Brienon et Sormery, celle des *marnes de Brienne* entre Avrolles et Neuvy Sautour, mettent en évidence une déformation qui paraît prolonger celle d'Arces, bien qu'entre les deux il existe une région où l'observation directe n'est pas possible à raison du recouvrement de la craie par l'Argile à silex, région d'ailleurs très boisée. Je désignerai cet accident sous le nom d'une localité qui en occupe la partie axiale, Venizy. La figure 1 porte les courbes de niveau de la base du Turonien et celles du toit des *marnes de Brienne*, avec un espacement de 10 m. L'axe de cette déformation anticlinale se place exactement dans le prolongement en direction de Saint-Florentin de l'anticlinal Rozoy-Arces tel qu'il a été défini. Mais à Saint-Florentin-ville les couches témoignent d'une direction régulière SW au NE et j'en conclus à un abaissement axial occupé par le débouché de l'Armance. Dans le détail on note ce qui suit :

Considérons le triangle dont les sommets sont occupés par les localités de Saint-Florentin, Avrolles et Cuchot (hameau près Venizy); le contact des marnes de Brienne et de la craie de Rouen se fait à Saint-Florentin à 160 m., à Avrolles à 120 m., à Cuchot à 145 m. Or, de Saint-Florentin à Avrolles, d'Est en Ouest, distance 4 km., le plongement est de 1 %; d'Avrolles à Cuchot, du SSW au NNE, normalement les couches devraient être affectées d'une inclinaison vers Cuchot où il y a ascension des couches de 25 m., soit 0,50 %, ce qui ne peut s'expliquer que par un relèvement d'allure anticlinale, aucune faille n'étant visible. D'autre part, entre Saint-Florentin et Cuchot, direction où le plongement est maxima dans la région et atteint 11 m. par km., il n'est que de 15 m. soit 2 m. par km. Entre Avrolles et Cuchot, les courbes de niveau 120 m. et 140 m. expriment nettement les

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

faits ; elles affectent une direction subméridienne tandis qu'à l'Est de Cuchot, en direction de Courchamp et de Lasson,



elles deviennent perpendiculaires à la direction précédente et s'orientent de l'Ouest à l'Est. Il en résulte que le bombement de Venizy apparaît, comme dissymétrique, le flanc occidental

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

semblant avoir subi une poussée venue du Sud-Est, le flanc oriental ayant été au contraire peu entraîné dans le mouvement.

L'examen des couches supérieures du Cénomanien autour des localités de Brienon, Vachy, Chailley et Sormery conduit à des conclusions anologues. Entre Migennes et Brienon, le Cénomanien et les couches de base du Turonien sont inclinées vers le Nord-Ouest, normalement. A partir de Brienon, une légère torsion s'effectue, et la direction générale du Turonien s'affirme subméridienne jusqu'à Vachy. Puis en suivant le bord du plateau d'Othe, par Chailley et Sormery son affleurement reprend la direction NW. Ainsi ces données justifient l'extension au Turonien du bombement qui affectait les marnes de Brienne vers Venizy. Il est légitime de voir dans ces accidents jusqu'à la vallée de la Brumance et du Créanton le prolongement du bombement d'Arces. Le Mont-Avrelot occuperait une partie abaissée de l'axe ; les marnes de Brienne si faciles à suivre dans leurs affleurements sur le rebord méridional de cette colline ne manifestent qu'un relèvement insignifiant et l'abaissement se poursuit dans la vallée de l'Armançon vers la gare de Saint-Florentin P.-L.-M.

La dissymétrie du bombement de Venizy est à rapprocher de celles des accidents anticlinaux dessinés par MM. Lemoine et Rouyer entre Yonne et Serein, accidents qui sont disposés en bordure de la lèvre orientale de la faille de Quenne. Cette faille s'arrête à la vallée du Serein, mais, prolongée, elle parviendrait précisément au droit du flanc ouest du bombement de Venizy,

La région qui s'étend à l'Est de Saint-Florentin, dans la direction de Chaource et de Bar-sur-Seine, est pauvre en horizons stratigraphiques pouvant être utilisés pour le tracé de courbes de niveau. Il n'y a pas non plus de sondages profonds. Les sables et argiles du Gault et de l'Aptien, recouvertes de limons, très boisées ou incultes ne présentent au géologue que de rares et mauvais affleurements. Le Crétacique inférieur et le Jurassique permettent seuls d'acquérir quelques données que je résumerai ici succinctement.

Déformations anticlinales du Tonnerrois.

L'examen des courbes de niveau de l'argile de la base du Kimeridgien a permis de distinguer entre l'Yonne et la Seine une série de ridements dont l'un, plus important, constitue un dôme très surbaissé dit « anticlinal des Riceys ». M. Piétresson de Saint-Aubin a reconnu le prolongement de cet accident des Riceys

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

jusqu'à la vallée de la Sarce [1]. Au niveau du Kimeridgien supérieur, les marnes à Exogyres présentent une couche d'argile noire extrêmement constante dans la région et qui m'a fourni un repère intéressant : on reconnaît ainsi que les courbes de cet argile se superposent régulièrement à celles de l'argile de base, de telle sorte que le phénomène du ridement s'est étendu à toute l'épaisseur du terrain. Il est très probable que les couches du Portlandien, au moins celles de la base, ont suivi ce mouvement. J'ai pu de la sorte déterminer l'orientation des axes reconnus par M. Lemoine et moi-même précédemment, elle est nvariablement Nord-Ouest au Sud-Est depuis l'Yonne jusqu'à la Seine. La largeur de la zone ainsi déformée est de 10 km. en moyenne et sa longueur, depuis la faille de Quenne jusqu'à la vallée de la Sarce, de 70 km. J'ai recherché si ce système de dômes et d'ensellements se propageait en direction du centre du Bassin parisien ; les cotes d'altitude du contact du Portlandien et du Valanginien relevées autour de Ligny-le-Châtel, Flogny, Chaource, Bar-sur-Seine, n'indiquent dans toute l'étendue des affleurements de l'Hauterivien et du Barrémien rien qui ressemble à ce que l'on observe dans la bande d'affleurements du Kimeridgien et du Portlandien. Vers Bar-sur-Seine et plus loin vers Vendeuvre, ces couches sont souvent recoupées par faille. Celles-ci occasionnent des rejets qui peuvent aller jusqu'à 20 m. autour de Vendeuvre, mais qui diminuent vite d'importance quand on s'éloigne de la Seine pour se rapprocher de l'Yonne. Autour de Lantages, le réseau des failles est assez compliqué, moindre cependant que ne l'indique l'actuelle feuille de Troyes. Vers Chaource l'amplitude des dénivellations s'atténue et sur la feuille de Tonnerre (Flogny, Varennes), les cassures qu'on observe fréquemment dans les exploitations des couches hauteriviennes n'amènent que des différences de niveau de quelques décimètres. Comme le suggère la carte jointe par M. Corroy à son étude sur le Néocomien de la bordure orientale du Bassin de Paris, il y a là une aire d'affaissement. Mais il est difficile d'y individualiser un synclinal ou même une fosse synclinale ; c'est une zone argileuse et sableuse où je ne retrouve pas les déformations que l'on constate d'une part dans le pays d'Othe, et d'autre part dans la région de Tonnerre, les Riceys, Bar-sur-Seine, pays calcaires.

Le travail de révision de la feuille de Tonnerre m'a permis

1. Piétresson de Saint-Aubin. Sur un plissement du Jurassique supérieur de l'Aube. *C. R. Somm. S. G. F.*, 1929, p. 253.

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

de tracer dans la bande plissée portlando-kimeridgienne du Tonnerrois plusieurs failles; on connaît déjà celles des Riceys, d'Avirey et de la Seiglière ; d'autres existent autour de Tonnerre. La valeur des rejets diminue au fur et à mesure qu'on marche vers l'Ouest. Ces failles sont nettement postérieures au ridement du Kimeridgien et du Portlandien et paraissent correspondre à des flancs effondrés des dômes très surbaissés qu'elles encadrent.

Fosses de Seignelay et de Montfey. — Raulin, puis Cotteau et Ebray ont depuis longtemps signalé qu'à Seignelay, un lambeau de craie cénomanienne, reposant sur les marnes de Brienne, paraît logé dans une dépression des sables albiens. Jamais aucune trace de faille n'a été relevée au voisinage. En fait, le contact de la Craie et des marnes est à 149 m. à Seignelay tandis qu'à 2 km. au Sud on trouve les sables albiens à la cote 185. Le tracé des courbes entre Ormoy et Bassou fait apparaître nettement le phénomène sur la fig. 1 et on pourrait imaginer qu'une dépression synclinale a affecté l'ensemble de l'Albien et du Cénomamien. Je crois qu'il n'en est rien. Effectivement des discordances analogues ont été signalées ailleurs. Au hameau de la Folie, près Saint-Sauveur, M. Regnault a décrit avec détail un sondage effectué dans la craie à proximité duquel il a constaté l'existence de sables albiens occupant une cote plus élevée que la craie traversée par ce travail. J'ai fait près de Montfey (f. de Troyes) une observation semblable : au Sud de ce village les sables albiens sont à la cote 155 ; ils plongent vite sous les marnes qui les surmontent (C3) avant d'atteindre le bas des pentes du village de Montfey qui est à la cote 135.

Le fait n'avait pas échappé à de Cossigny pour ses tracés de la feuille de Troyes et il place là une faille afin d'expliquer la disparition rapide des sables. En réalité la butte de Montfey comme celle de la craie de Seignelay occupe une dépression préexistante à la surface de l'Albien, dépression qui a donné asile aux marnes à *Mort. inflatum* et à la craie de Rouen.

En résumé : *a*) L'anticlinal de Rozoy-Arces, considéré comme prolongement sur la rive droite de l'Yonne de l'anticlinal du Roumois parvient jusqu'à Saint-Florentin ; il y subit un abaissement d'axe et on n'en retrouve plus de traces dans la région située au Sud et au Sud-Est de Saint-Florentin.

b) Vers Tonnerre, on voit apparaître deux bandes formant des unités distinctes : 1° la bande du Crétacique inférieur dépourvue de ridements, fussent-ils même à larges voussoirs, parcourue seulement par des fractures qui vont en diminuant de nombre et d'importance d'Est en Ouest ; 2° la bande du Jurassique supérieur,

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

plissotée, présentant des ridements alignés en un chapelet de direction hercynienne, accompagnés de failles de même direction dont les plus importantes sont localisées sur la bordure sud-est de la bande ridée. Sans doute ces failles jalonnent-elles une série de voussoirs effondrés dont les plissements actuels à larges courbures sont des séquelles ou des accidents adventifs.

c) La faille de Quenne joue le rôle de *cran d'arrêt* par rapport au système tectonique du Tonnerrois. Au delà d'Auxerre, commence une autre tectonique en relation avec les dislocations de la vallée de la Loire et qui ne semble pas avoir subi l'effort des poussées venues du Sud-Est qui ont provoqué les mouvements de compression des terrains du Tonnerrois.

d) Entre la faille de Quenne et Bar-sur-Seine, les deux directions armoricaine et varisque viennent interférer : les ridements Kimeridgien-Portlandien ont des axes de direction armoricaine, mais leur ensemble s'aligne du Sud-Ouest au Nord-Est prolongeant ainsi jusque vers le Morvan les plis de l'Est de la France.

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

A PROPOS DES MORAINES D'OLICHAMPS (VOSGES)

PAR **G. Gardet** [1].

I. — Observations préliminaires.

A la sortie W de Remiremont, la route de Val-d'Ajol gravit en pente raide la rive gauche d'un vallonnement dont le substratum granitique disparaît sous un intense placage de matériaux roulés d'origine cristalline, où s'observent notamment des granites porphyroïdes inconnus dans le secteur avoisinant.

On suit ces matériaux exotiques depuis la base du Parmont jusqu'au sommet de la montée. De nombreux captages d'eau potable soutirent à la masse alluviale une bonne partie des eaux d'alimentation de la ville de Remiremont. A mi-pente, on remarque d'importants vestiges d'un barrage morainique détruit par le ruissellement. Sur l'autre rive, les mêmes matériaux roulés abondent, empilés sans ordre apparent ; ils occasionnent des fragments de replats, plus ou moins bien caractérisés, en particulier vers « Grange Puton ».

L'origine glaciaire de ces dépôts est indiscutable, comme l'ont reconnu tous les auteurs qui se sont occupés de la région de Remiremont : un glacier ancien, venu du plateau de Sapenois-Hérival-Corroy, a créé ce vallonnement à profil d'auge caractéristique, au débouché duquel s'étale actuellement la cité vosgienne.

Donc, à un moment donné, les grands plateaux gréseux situés au SW de Remiremont, sur la rive gauche de la Moselle, étaient recouverts par une calotte glaciaire qui s'écoulait dans le sens de plongement des horizons géologiques.

II. — Les glaciations du vallon d'Olichamps.

Une fois franchi le col situé entre le Sapenois et le Bambois, la route du Val-d'Ajol sinue dans une gorge étroite creusée dans une série cristalline à petits éléments (Granulite de Ch. Vélain).

Jusqu'à la sortie SW des bois, les éléments glaciaires ne sont représentés que par des éboulis provenant du Bambois ou du Sapenois. Mais, dans la grande courbe que décrit la route, pour

1. Note présentée à la séance du 21 janvier 1935.

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

franchir le vallonnement cultivé venant de la Tête de Champ Carré, réapparaissent des matériaux glaciaires d'origine cristalline et sédimentaire. Ils dessinent, notamment, un cordon continu depuis la route jusqu'à la belle moraine « frontale des Granges d'Olichamps », par le Perdret et la base du coteau de Bambois.

La dépression cultivée d'Olichamps a été débarrassée de ses éléments volumineux formant saillie, qui gênaient les cultures ; néanmoins, on peut observer en bordure des chemins ruraux de volumineux blocs, plus ou moins arrondis sur les angles, de granit porphyroïde, de gneiss, de conglomérat de grès vosgien, etc., associés à des éléments cristallins ou quartzitiques de plus faible volume.

La moraine des Granges d'Olichamps barre complètement le débouché S du vallon de la Demoiselle. Elle s'appuie, d'une part à la base du bois de Bambois, d'autre part, sur un éperon cristallin de l'extrémité E de l'Humont ; elle s'infléchit même en direction des Granges d'Olichamps où affleurent les gneiss.

Le côté concave de la moraine est incliné à 35° environ vers le SW, le S et le SE ; la pente opposée est irrégulière, mais comme elle a été excavée par le ruisseau issu de l'étang de la Plaine, son allure véritable ne peut se reconstituer qu'en examinant les points de jonction du barrage contre le cristallin encaissant. En tout cas, cette usure progressive du front de la moraine, par l'érosion fluviatile, contribue à donner au barrage morainique une allure concave orientée vers le NE, ce qui a induit en erreur les anciens géologues.

A partir de cette levée morainique et en se dirigeant vers la Demoiselle, on distingue dans les pâtures :

1° D'abord un second témoin morainique parallèle au premier, barrant la vallée à hauteur de « Pré Peureux » ;

2° Plus au N, divers moutonnements adoucis par les cultures et plus ou moins saillants ;

3° Puis, deux ondulations boisées, parallèles, coupées par la route de Remiremont ;

4° Enfin, une haute et belle levée morainique qui, à la Demoiselle, ennoie le seuil cristallin de la Demoiselle-l'Echetée et domine le vallon de Rouveroye de plus de 100 m. Cette moraine, décrite tant de fois depuis Le Blanc et Hogard, est si connue que je crois inutile d'insister sur son allure générale et sur la nature des éléments qui entrent dans sa constitution. Je retiendrai toutefois ce fait que les granits porphyroïdes sont altérés comme en tous lieux, même après une courte exposition à l'air (comme on peut le constater par exemple sur le ballast des voies ferrées),

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

mais que les autres éléments cristallins sont relativement frais, y compris le granit normal enfoui dans la masse alluviale.

Toutes ces digues morainiques ont leur concavité tournée vers Olichamps, même celle de la Demoiselle. L'aspect excavé de cette dernière, côté nord, se justifie normalement par l'érosion fluviatile postérieure et par le simple ruissellement : recul de tête des affluents du ruisseau de Val Courroye ; dissection latérale due au ruisselet de base de la Tête des Anes. Les pentes rapides, mais régulières, sont toujours au S ; celles mouvementées vers le N. Au reste, l'étang de la Plaine, entre le verrou granitique de l'Échetée — ennoyé en direction NNE — et le cristallin de « les Moëlles », montre, avec son beau rebord interne incliné vers le S et le SE, que le sens des poussées glaciaires s'effectuait vers le N et le NW et non en sens contraire, comme l'ont voulu les anciens géologues et plus récemment A. Nordon.

Il est donc indéniable que d'anciennes glaciations issues du plateau de Sapenois-Hérival, tout comme celles du Rieufaing au SW de Remiremont, se sont écoulées vers le NW en empruntant le couloir Olichamps-la-Demoiselle. Comme je le montrerai dans une note actuellement en préparation, ces glaciations gagnaient, par Fallières, le bassin supérieur de la Niche, ou, par le col de Malpierre, venaient en partie confluer avec les branches diffluentes du premier glacier mosellan, vers le cirque de Raon-aux-Bois.

Cependant, le puissant glacier de Moselle affouillait rapidement son lit et attirait à lui toutes les glaciations voisines. En même temps les plateaux se disséquaient sous l'action des glaces de couverture et de l'érosion fluviatile consécutive : d'où affaiblissement rapide des glaciers coiffant les crêtes encadrantes ; appel au vide entraînant nécessairement une modification profonde dans le sens d'écoulement des langues glaciaires primitives. Conséquences : le bassin supérieur de la Niche s'ennoie sous de puissantes masses alluviales ; des cônes de déjection énormes ondulent le plateau de Fallières, masquent le cristallin et sa converture sédimentaire ; puis, le front de glace finit par s'orienter vers le NNW, tout comme celui de Rieufaing.

On observe des traces très nettes de ce déversement oriental en bordure et en contre-bas de la route de Xertigny. Aux carrières du « Pré Braheux », sous une mince couverture d'éboulis, le granit moutonné affleurant montre une surface polie plongeant en direction NE. De semblables surfaces ont été citées près de « Château Lombard » et dans le vallon de Ribeaugoutte-Lorette-

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

Rouveroye : elles sont inclinées, suivant les rives d'où part l'observation, soit vers le N, soit vers le NE ou le NW. J'ajoute d'ailleurs à ces détails le fait probant suivant :

La route de la Demoiselle à Remiremont est installée, puis coupe un-deux replats alluviaux plaqués contre le flanc NW de l'arête Tête des Anes-Parmont. Ces matériaux roulés, associés à des éboulis des pentes anciens, légèrement remaniés, et actuels, dans ce cas anguleux, s'inclinent régulièrement vers la Moselle. Ils représentent donc une ancienne moraine latérale de l'ancien glacier d'Olichamps, bien conservée parce que située dans les encoches de la rive convexe. Comme cette moraine vient se raccorder normalement avec les éléments granito-quartzitiques de la moraine frontale de la Demoiselle, il s'ensuit logiquement qu'elle caractérise, non une langue diffluente du glacier mosellan, comme l'ont admis les anciens auteurs et avec eux A. Nordon, mais bien une glaciation locale venue du SSW.

Un argument non moins important, contre une diffluence tardive du glacier mosellan vers la dépression de l'Augronne, peut se tirer également de l'analyse des matériaux de transport. Dans tout le secteur Olichamps-Fallières-Raon-aux-Bois, les éléments provenant du démantèlement du Grès vosgien abondent (Lorié n'en cite qu'un exemplaire) ; il en serait tout autrement avec un apport mosellan majeur. D'autres preuves négatives pourraient être tirées de l'étude de la rive droite de la vallée de l'Augronne. je n'ai pu poursuivre plus loin que Montaigu mes explorations en cette direction ; or, je n'ai pas trouvé de glaciaire bien caractérisé sur cette fraction du cours supérieur de la vallée. Cet indice, ainsi que l'étranglement marqué de la tête de la vallée, au SW des Granges d'Olichamps, confirmeraient ce que je viens d'énoncer.

Conclusions. — Les glaciations d'Olichamps-la Demoiselle, qui dominent actuellement la vallée de la Moselle de près de 150 m., ne sauraient être les témoins les plus externes d'une langue diffluente du grand glacier rissien issu du Hohneck et de ses contreforts méridionaux. Moraines et cônes de déjection datent les phases successives du retrait des glaciations locales venues du SSE, c'est-à-dire des plateaux du Sapenois-Hérival, avant que la dissection des plateaux et le relèvement de la température ne les aient fait disparaître.

Il est donc difficile de dater exactement les phases de retrait du glacier Sapenois-Olichamps. Toutefois, comme le barrage morainique de Noir Gueux, entre Remiremont et Éloyes, marque l'avancée extrême de la seconde et dernière des grandes gla-

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

ciations vosgiennes, il est permis de supposer que les ultimes manifestations du petit glacier local suivent de très près les premières phases de recul du grand glacier mosellan ; elles seraient donc post-wurmiennes et non rissiennes comme le voulait A. Nordon.

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie détaillée dans :

MEYER L. — *Les Vosges méridionales à l'Époque glaciaire.* Colmar, 1913, 1 vol., 347 p., 1 carte, 6 pl., 8 fig.

et ajouter :

NORDON A. — *Étude des formes glaciaires et des Dépôts glaciaires et fluvio-glaciaires de la Haute-Moselle.* Bull. Soc. Géol. Fr., S. 5, t. I, 1er février 1931, p. 245 à 288, 23 fig., 2 pl., Paris 1931.

Cartes à consulter :

Plans directeurs au 1/20.000e : feuille de Remiremont ;
Carte géologique de la France au 1/80.000e : feuille d'Épinal ;
Cartes de MEYER et de DELEBECKE.

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

Les Vosges Minières

La géologie et les mines des environs de Giromagny (Territoire de Belfort)

par **Ch. Thirion** [1].

AVANT-PROPOS

Les anciennes mines des environs de Giromagny sont ouvertes sur un des deux principaux districts métallifères des Vosges hercyniennes si riches en gîtes de Plomb, Cuivre, Zinc, Argent, Fer, Manganèse, mais où l'on connaît aussi le Molybdène, le Nickel, le Cobalt, l'Or et le Mercure.

Les gîtes métallifères des Vosges hercyniennes ont tous — ou presque tous — fait l'objet de travaux miniers dont présentement il est parfois difficile de préciser l'importance sinon même de soupçonner l'ampleur. Certains d'entre eux, argentifères et cuprifères, étaient déjà mis en valeur au xe siècle, mais le plus grand nombre avaient déjà atteint leur apogée au début du xviie siècle quand les graves troubles de la Guerre de Trente Ans vinrent provoquer la ruine de toute cette activité minière, languissante depuis, et qui, à l'heure actuelle, n'existe plus guère qu'à l'état de souvenir.

L'objet de ce mémoire est de reprendre sur des bases modernes l'étude de la géologie des environs de Giromagny, mais aussi et surtout celle des grandes mines historiques qui ont valu à cette région vosgienne de compter, il y a quelques siècles, au nombre des principaux centres producteurs d'Argent, Cuivre, Plomb d'Europe.

PLAN DE LA NOTE

I. Situation géographique.
II. Aperçu bibliographique.
III. Structure géologique détaillée des environs de Giromagny.
IV. Constitution des gites métallifères.
V. Aperçu historique succinct sur les anciennes mines.
VI. Examen détaillé des principales mines historiques.
VII. Résumé-conclusions.

1. Note présentée à la séance du 4 février 1935.
26 septembre 1935.

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

I. — SITUATION GÉOGRAPHIQUE

Les anciennes mines des environs de Giromagny (Giromagny ppdit + Plancher-les-Mines) sont situées à 15 km. environ au Nord de Belfort sur les premiers contreforts montagneux des Vosges hercyniennes, au Sud du Ballon d'Alsace, dans le Territoire de Belfort et le département de la Haute-Saône.

Les filons de la région de Plancher-les-Mines (Haute-Saône) ayant fait, tout récemment, l'objet d'une étude[1] seules seront examinées dans ce mémoire les mines ouvertes sur cette partie de l'ancienne terre d'Alsace dite Territoire de Belfort, à proximité immédiate de la petite ville de Giromagny et des villages d'Auxelles-Haut et de Lepuix (fig. 1).

II. — APERÇU BIBLIOGRAPHIQUE

Peu de régions minéralisées de la Métropole, connues des anciens mineurs, ont fait l'objet d'un aussi grand nombre de mémoires, rapports, notices, etc. — publiés ou non — que celle de Giromagny. Mais la valeur de ces travaux étant très inégale une discrimination sérieuse s'impose.

Les références données en note n'ont trait qu'aux principales publications. Malgré leur nombre très restreint, ces dernières suffisent amplement à définir le problème que posaient au XVIIIe siècle, puis au XIXe siècle et plus récemment encore, les « mines » des environs de Giromagny dont l'apogée se situe avant la Guerre de Trente Ans [2].

1. R. W. Karpinski. Contribution à l'étude métallogénique des Vosges méridionales (Vallées du Rahin, de l'Oignon, du Breuchin, du Raddon). (Nancy, in-8°, 142 p., 3 cartes ; Thèse).

2. 1772. Cancrinus. — Exposition des mines, ou description de la nature et de la qualité des mines ; traduit par A. G. Monnet (Londres et Paris, in-12°, 396 pages. — Mines de Giromagni, p. 217-222).

1779. Gobet. — Les anciens minéralogistes du Royaume de France ; avec des notes (Paris, Première partie, p. 1-460; Seconde partie, p. 460-910 ; Avec approbation et privilège du Roi).

Le tome II (Seconde partie) renferme :

1741. D'Herouville de Claye, Lieutenant général des Armées du Roi. — Mémoire sur les mines d'Alsace, p. 727-743.

1756. Genssane (de), C. de l'Académie des Sciences de Paris. — Sur l'exploitation des mines d'Alsace et du Comté de Bourgogne, p. 743-794 (« Mines de la Haute Alsace. Giromagny », p. 773-778).

1789. Dietrich (de), Membre de l'Académie Royale des Sciences. — Description des gîtes de minerai de la Haute et Basse Alsace (Paris et Strasbourg ; Avec approbation et privilège du Roi. — Mines de Giromagny, p. 61-90).

Cet ouvrage constitue le Tome second de la « Description des gîtes de minerai, et des bouches à feu de la France » du même auteur.

An VI. Guillot-Duhamel Fils (Le citoyen), Inspecteur des mines de la Répu-

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

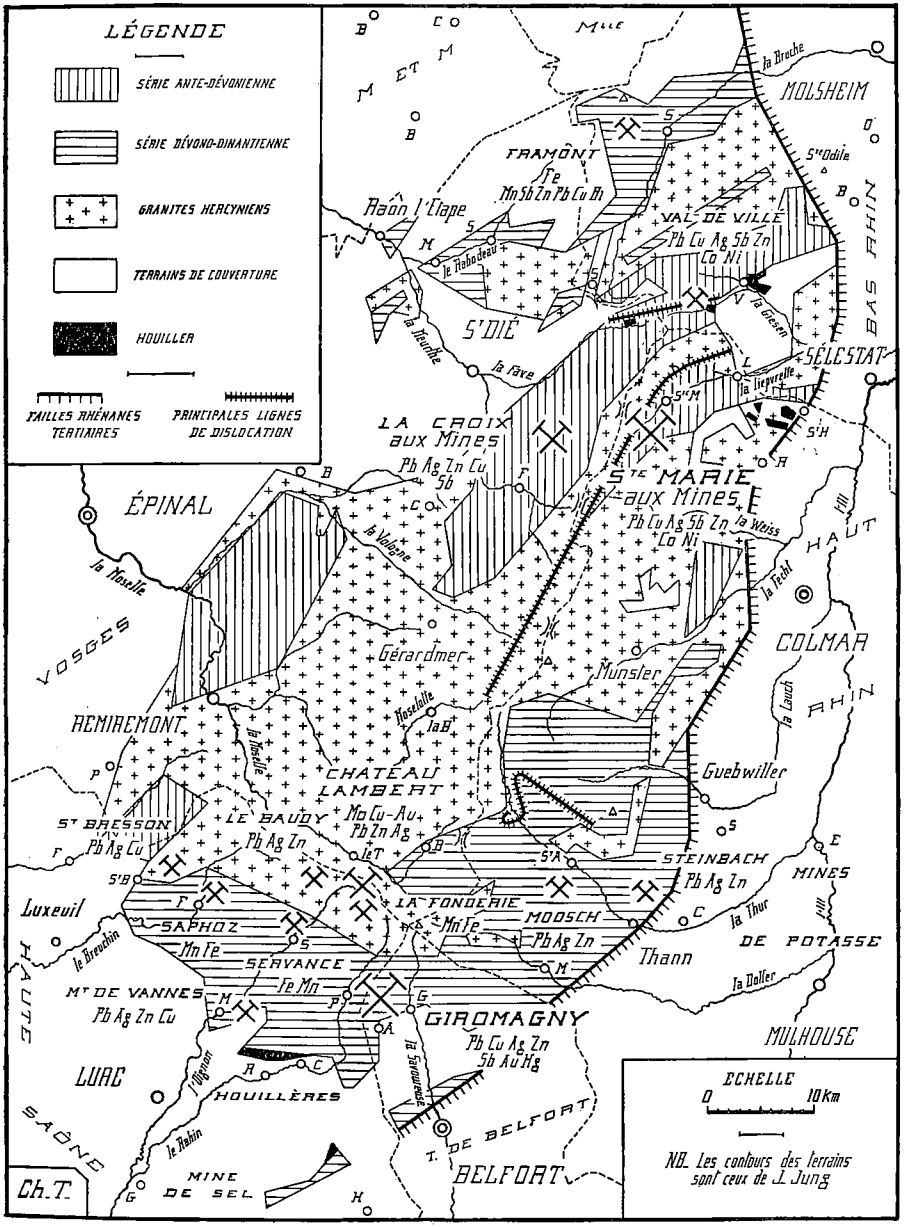


Fig. 1. — Principaux gites métallifères des Vosges hercyniennes.

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

Les publications les mieux documentées du XVIIIe siècle ont pour auteurs d'Hérouville de Claye, de Genssane, de Dietrich, Guillot-Duhamel fils. Il s'agit là de publications sans doute archaïques mais dont l'intérêt, même à l'heure actuelle, n'est pas exclusivement historique. Ces dernières — plus spécialement celles de d'Hérouville de Claye et de de Genssane — constituent, en effet, une documentation de base à laquelle la plupart des auteurs qui ont abordé à des titres divers la description des anciens travaux miniers ont cru devoir faire appel. Sans vaine critique, on doit toutefois regretter le caractère confus, contradictoire ou même inexact, de plus d'un passage de ces anciens rapports dont l'interprétation correcte exige toujours une connaissance, relativement très approfondie, des travaux miniers existants ou, à défaut, des vues précises sur les conditions de gisement des gîtes décrits.

Quant aux publications des XIXe et XXe siècles qui traitent des minéralisations et de la région métallifère de Giromagny, elles marquent, en général, un effort en vue d'une connaissance plus moderne de ces gîtes historiques dont l'étude à été reprise sur des bases nouvelles dans les pages qui suivent.

III. — STRUCTURE GÉOLOGIQUE DÉTAILLÉE DES ENVIRONS DE GIROMAGNY

Au point de vue géologique, la région de Giromagny se compose de terrains primaires principalement d'âge carbonifère. Elle se développe, en effet, en presque totalité sur le faisceau à axe viséen qui borde la partie sud des Vosges hercyniennes de Luxeuil-les-Bains à Guebwiller par Giromagny et Thann. Cette

blique. — Rapport sur les mines de Giromagny, situées dans les Vosges, département du Haut-Rhin, canton de Giromagny (Journal des Mines, n° XXXIX, Frimaire, p. 213 à 240 et n° XL, Nivôse, p. 243 à 314).

1843. Collard de Martigny (C. P.). — Notice sur les mines de Giromagny (Nancy, in-8°, 39 pages).

1867. Delbos (J.) et Koechlin-Schlumberger (J.). — Description géologique et minéralogique du département du Haut-Rhin (Mulhouse, 2 vol. — Giromagny : T. II, p. 221-233 et 377-405).

1895 à 1913. Lacroix (A.). — Minéralogie de la France et de ses Colonies (Paris, 5 vol.). (Giromagny : T. II, p. 491,551, 671, 728 ; Auxelles : p. 491, 532).

1903. Gobet. — Les Anciens Minéralogistes français. (Extrait réimprimé par les soins de MM. Jules Japy et Charpentier-Page.) (Montbéliard, 66 pages).

1911. Vélain (Ch.) et Michel-Lévy (Alb.). — Carte géologique détaillée de la France au 1.80 000e ; Feuilles de Lure et Mulhouse.

1913. Launay (L. de). — Traité de métallogénie ; gîtes minéraux et métallifères (Paris, 3 tomes — Giromagny : T. III, p. 57, p. 103, p. 424).

1921. Thiébaut (L.). — La mine de plomb du Saint-Jean-d'Auxelles (7 pages, 1 fig.).

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

région est donc comprise entre l'anticlinal granitique du Ballon d'Alsace au N et le synclinal permo-houiller de Ronchamp au S [1].

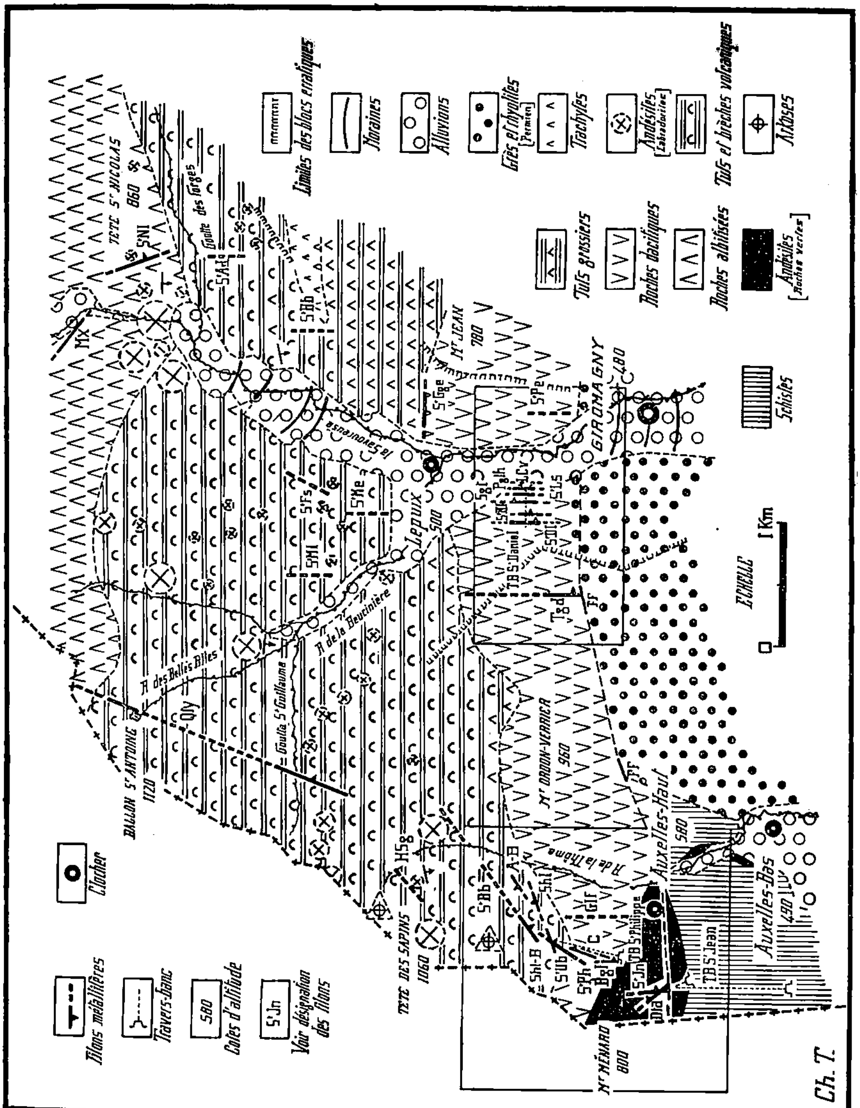


FIG. 2. — Carte géologique et minière détaillée des environs de Giromagny.

Dans le détail, la région examinée (30 km²) se compose surtout de formations volcaniques et éruptives que l'on considère à

1. Pour la constitution géologique des Vosges, se reporter à J. Jung, Contribution à la géologie des Vosges hercyniennes d'Alsace (*Mémoires du Service de la Carte géologique d'Alsace et de Lorraine*, n° 2, 1928).

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

l'heure actuelle comme étant d'âge tournaisien et viséen ; accessoirement de terrains permiens ; enfin de formations alluviales et glaciaires quaternaires (fig. 2),

1° Terrains carbonifères.

Tournaisien et Viséen forment un complexe — principalement volcanique et tuffacé — dans lequel, pour l'exposé qui suit, il ne sera pas fait de coupure bien qu'il paraisse possible, dans certains cas, de faire le départ entre ce qui revient à l'un et à l'autre de ces étages. Mais laissant de côté ces questions d'âge encore controversées, seules seront mises ici en relief la nature et les conditions de gisement des principales masses de roches dont le rôle relativement à la manière d'être des gisements métallifères est indéniable.

Pour l'examen qui suit, on passera successivement en revue le massif d'andésite d'Auxelles-Haut et le complexe volcanique et tuffacé.

A. *Massif d'andésite d'Auxelles-Haut.*

Ce massif intrusif de roches vertes présente un certain intérêt, au point de vue minier, du fait qu'il abrite plusieurs filons (1/10) au nombre desquels figure le Saint-Jean dont l'importance historique est longuement mise en relief d'autre part.

Dans les limites de la carte géologique et minière détaillée, ce massif couvre à peu près 1 km^2, mais ce dernier se prolonge à l'Ouest — en Haute-Saône — jusqu'au delà du Rahin. A l'Est, il se coince aux environs du ruisseau de la Thôme.

Le massif en vue compte des andésites de grain fin du type de celles qui constituent tous les affleurements — Mont Ménard notamment — ou par contre de grain assez grossier telles que celles que recoupe sur plusieurs centaines de mètres le travers-banc Saint-Jean 489.

Les caractères pétrographiques de l'une et de l'autre de ces variétés d'andésite sont très comparables.

A titre documentaire, la variété de grain fin se définit, dans le cas général, par sa texture nettement ophitique et par son augite craquelé qui se rapproche de la variété pigeonite. La texture intersertale existe dans quelques affleurements ainsi que l'ouralite.

Mais cette andésite a subi au contact des filons Saint-Jean, Delta et de la faille une altération très profonde. Dans ce cas, la texture ophitique permet seule l'identification de la roche dont les minéraux primaires ont été épigénisés en calcite, chlorite, séricite, épidote, preh-

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

nite, quartz, un oxyde de fer hydraté, etc. Une telle altération ne se rencontre pas à quelque distance des fractures. Il convient toutefois de noter que l'andésite « non altérée » du Mont-Ménard est en quelque sorte imprégnée de chlorite et de calcite microscopiques ; elle est en outre parcourue, çà et là, par des filonnets d'épidote visibles à l'œil nu.

B. *Complexe volcanique et tuffacé.*

Ce complexe couvre à lui seul les 4/5e du périmètre examiné et renferme les 9/10e des filons métallifères présentement identifiés.

Il compte essentiellement deux bandes parallèles de roches — dacitiques au Sud, albitiques au Nord — entre lesquelles se développent d'importantes masses de tufs (moitié est) et de brèches volcaniques (moitié ouest).

L'affleurement zonaire des roches dacitiques abrite à lui seul les 6/10e des filons métallifères connus de la région examinée notamment ceux de Gesellschaft, Teutschgrund, Pfennigthurm, Saint-Pierre, dont les noms seuls évoquent la phase la plus remarquable de l'histoire des anciennes mines des environs de Giromagny.

Les roches dacitiques qui composent cet affleurement sont très riches en phénocristaux de feldspaths, en débris ou idiomorphes, pauvres en quartz mais assez largement pourvus d'éléments ferro-magnésiens chloritisés. Ces derniers comprennent surtout des biotites, très accessoirement de l'augite et de l'amphibole. Ces roches accusent toujours une altération assez avancée.

Les filons métallifères sont très peu nombreux (1/10e) et en outre fort peu importants dans l'affleurement des roches albitisées[1]. Ces dernières comptent surtout des « albitophyres », « orthoalbitophyres », « tufs albitophyriques » et à titre accessoire des andésites oligoclasiques, rhyolites.

Enfin, les masses de tufs et brèches volcaniques qui couvrent la moitié du périmètre n'encaissent que 2/10e des filons métallifères dont l'intérêt relatif apparaît d'ailleurs très faible.

Les tufs volcaniques varient beaucoup d'aspect. Ceux dont les éléments sont les plus grossiers peuvent être confondus avec un granite de grain fin ; par contre, les tufs dont les constituants deviennent microscopiques offrent tous les caractères extérieurs d'un « schiste ».

1. Cette appellation a pour but de mettre en relief la prédominance de l'albite dans cet affleurement ; mais le feldspath de ce nom est loin de constituer une rareté dans la région en vue.

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

Les tufs grossiers jalonnent au Nord les dacites. En général, ils font place à des roches de grain de plus en plus fin à mesure que l'on s'éloigne de l'affleurement zonaire Montagne de la Suisse-Mont Jean. Mais il existe aussi, çà et là, dans la région considérée, même à proximité immédiate des roches dacitiques — et englobant des bancs plus ou moins puissants de ces roches — d'importantes masses de tufs fins à faciès de « schiste ». Tels sont les puissants affleurements des versants Nord de la Montagne de la Suisse et du Mont Ordon-Verrier.

Quant aux brèches volcaniques, dont le développement apparaît maximum entre la Tête des Sapins et le Ballon Saint-Antoine elles sont polygéniques ou non ; dans ce dernier groupe se rangent des brèches andésitiques, d'andésites pyroxéniques, etc..., qui font cortège à des andésites pyroxéniques, des tufs andésitiques, etc...

Outre les principales masses volcaniques dont il a été fait état jusqu'ici, le complexe en question compte aussi d'autres roches au nombre desquelles il faut citer de nombreux dykes d'andésites à pyroxène, rarement à olivine ou hypersthène serpentinisé, surtout distribués dans la moitié nord ; des « trachytes », à tendance microgranitique, identiques à ceux du Rosemont ; des kersantites ; quelques lambeaux de conglomérats de roches diverses ; enfin des arkoses granitiques (versants nord de la Montagne de la Suisse et de la Tête Ronde, Tête Chaborue) dont la présence mérite d'être soulignée en raison de leur grand intérêt stratigraphique et tectonique.

Au point de vue structural, le fait essentiel qui se dégage de ce qui précède est donc la disposition zonaire est-ouest de tous les affleurements compris entre Auxelles-Haut et Giromagny au Sud et le Ballon d'Alsace au Nord et, d'autre part, le caractère synclinal de ces formations volcaniques et tuffacées dont la structure de détail — soulignée à plusieurs reprises par les affleurements d'arkoses granitiques — laisse apparaître, çà et là, un régime isoclinal.

2° Terrains Permiens.

Les terrains permiens se développent entre Giromagny et Auxelles-Bas. Il se composent surtout de grès — à éléments mesurant 1 à 2 mm. — auxquels s'associent rhyolites et argilolites. Le pendage général des formations s'effectue vers l'axe du synclinal permo-houiller de Ronchamp, c'est-à-dire au Sud. L'inclinaison moyenne des strates est de l'ordre de 20° aux environs immédiats de Giromagny.

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

3° Terrains Quaternaires.

Enfin, mention doit être faite des alluvions récentes des vallées de la Thôme et de la Savoureuse ; des moraines qui barrent encore cette dernière vallée au droit de Giromagny et en amont de Lepuix sans omettre les nombreux blocs erratiques de granite à amphibole du Ballon d'Alsace, d'andésites à pyroxène des dykes, de roches dacitiques, etc., qui s'entassent, en si grand nombre, sur les versants de cette vallée principale.

IV. — CONSTITUTION DES GITES MÉTALLIFÈRES

Les gîtes métallifères des environs de Giromagny appartiennent exclusivement au groupe des gîtes filoniens. Dans le cadre de la région examinée, ils apparaissent surtout développés aux environs immédiats de Giromagny et d'Auxelles-Haut, dans les roches dacitiques et le massif d'andésite (Tableau p. 42 et voir aussi fig. 2).

La métallisation des gîtes en vue est avant tout caractérisée par la prédominance du Plomb, du Cuivre, de l'Argent. Le Zinc est accessoire. L'Antimoine, l'Arsenic sont présents. Le Mercure est signalé.

Les espèces minéralogiques connues à ce jour sont : *a*) la galène argentifère (PbS), la chalcopyrite ($CuFeS^2$), le cuivre gris — panabase arsenicale — ($Sb^2S^7(Cu^2, Ag^2, Fe, Zn....)$ [4]), la blende (ZnS) ; *b*) la pyrite de fer (FeS^2), la malachite ($CuCO^3$, $Cu(OH)^2$), la pyromorphite ($(PO^4)^6\ Cl^2\ Pb^{10}$), la cérusite ($PbCO^3$), le mispickel (FeAsS) et sa variété cobaltifère dite danaïte [1] ; *c*) la chalcosite [2] (Cu^2S), la Zinckénite [3] (PbS, Sb^2S^3), le cinabre [4] (HgS).

1. A. Lacroix, *op. cit.*, t. II, p. 671.

2. A. Lacroix, *op. cit.*, t. II, p. 514 : « *Les mines de Giromagny ont fourni jadis de la chalcosite compacte* ».

3. A. Lacroix, *op. cit.*, t. II, p. 691 :

« *Des recherches récentes faites à Auxelles près Giromagny ont fait découvrir un sulfoantimoniure de plomb en apparence assez homogène, d'un gris bleuâtre que je n'ai pu purifier; il est en effet intimement mélangé à la blende lamellaire et englobé par de la calcite et du quartz; l'examen microscopique montre que ces deux minéraux sont beaucoup plus abondants que ne le fait supposer l'examen à l'œil nu. Je rapporte, sous toutes réserves, ce minéral à la Zinkénite.* »

4. A. Lacroix, *op. cit.*, t. II, p. 551 :

« *La collection du Muséum possède un vieil échantillon provenant des mines de Giromagny. Il est constitué par de la panabase argentifère renfermant un nid de cinabre en belles lames rouges rubis, très translucides qui englobent des rhomboèdres blancs d'un calcaire magnésien. Le cinabre de ce gisement est remarquablement beau ; je ne crois pas qu'il ait été signalé jusqu'à présent.* »

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

RÉPARTITION DES FILONS MÉTALLIFÈRES EN FONCTION DES PRINCIPALES MASSES DE ROCHES ENCAISSANTES

ANDÉSITES OPHITIQUES				DACITES ET ROCHES ASSOCIÉES						TUFS, BRÈCHES VOLCANIQUES, ROCHES ALBITISÉES		
1	St-Jn	**St-Jean**	Mine St-Jean	4	Glf	**Gesellschaft**		14	Tgd	**Teutschgrund**	23	Qty	Querty-St-Antoine
2	Dta	Delta	Mine St-Jean	5	Bgl	Bagralle		15	St-Dl	St-Daniel	24	St-Ml	St-Michel
3	FF	Faille	Mine St-Jean	6	St-Ph	St-Philippe		16	St-Nl	St-Nicolas	25	Ste-Me	Ste-Marie
		Mine St-Jacques		7	St-Ub	St-Martin - St-Urbain		17	Sgt	Solgat	26	St-Fs	St-François
		Tx de De Genssane		8	St-Bb	Ste-Barbe		18	St-Ls	St-Louis	27	Ste-Bb	Ste-Barbe (de Lepuix)
				9	Shl	Schelmutte		19	Pgth	**Pfennigthurm**	28	St-Ad	St-André
N. B.				10	HSg	Homme Sauvage		20	LCv	La Cave	29	St-Nl	St-Nicolas-des-Bois
1. St-Jn. N° d'ordre et abréviation des filons.				11	A	A		21	St-Pe	**St-Pierre**	30	Mx	Malvaux
				12	B	B		22	St-Gge	St-Georges			
Les noms des principaux filons sont en caractères **gras**.				13	C	C							

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

Les gangues essentielles sont le quartz (SiO^2) et la fluorine (CaF^2); la barytine ($BaSO^4$), les carbonates rhomboédriques riches en fer (sidérite ($FeCO^3$)) sont localisés en quelques points seulement; par contre, la calcite de néoformation ($CaCO^3$) et accessoirement la dolomite ($CaCO^3$, $MgCO^3$) montrent une très large distribution bien qu'au total ces gangues passent le plus souvent inaperçues.

V. — APERÇU HISTORIQUE SUCCINCT SUR LES ANCIENNES MINES

On peut diviser l'historique des anciennes mines des environs de Giromagny en trois grandes périodes, comme suit :

1° Des origines à la fin de la Guerre de Trente ans (1648).

Aucun document ne permet de fixer, en toute certitude, la date à laquelle remontent les premiers travaux miniers qui vraisemblablement sont déjà en cours au XIVe siècle. La région de Giromagny se trouve alors sous la domination de l'Empire (Habsbourg d'Autriche) qui fait exploiter ou exploite les importantes mines d'Argent, Cuivre, Plomb de Gesellschaft, Teutschgrund, Pfennigthurm, Saint-Pierre, Saint-Jean et quelques autres de moindre intérêt. Ces mines atteignent leur apogée vraisemblement au cours du XVIe siècle.

Entre 1590 et 1594, la production métallique annuelle — connue — accuse un maximum jamais réalisé depuis de : Argent : 1.000 kg; Cuivre : 35 t. ; Plomb et Litharge : 100 t.

2° De 1648 à 1793.

La signature des Traités de Westphalie (octobre 1648) met fin aux graves troubles de la Guerre de Trente Ans et consacre la victoire de la France sur les Habsbourg d'Autriche contraints de lui céder l'Alsace.

Les mines des environs de Giromagny saccagées par la guerre sont comprises dans la donation de Louis XIV au Cardinal de Mazarin du Comté de Rosemont.

Dès lors et jusqu'au vote de la loi du 25 juillet 1791, qui annule la donation royale, les mines sont amodiées par le Cardinal ou ses ayants droit à de nombreux exploitants chargés d'en assurer la mise en valeur moyennant soit un versement annuel fixe (20.000 livres en 1661 ; 12.000 en 1668 ; 2.000 écus en 1680, etc.), soit, postérieurement à 1733, une redevance de 10 % sur les produits bruts.

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

Comme pour la période précédente, la production métallique (Argent, Cuivre, Plomb) n'est connue que d'une façon fragmentaire donc très imparfaite.

A. Phase 1659-1716.

L'activité minière porte, presque exclusivement, sur les grands centres déjà exploités avant la Guerre de Trente Ans (Pfennigthurm, Saint-Pierre, Saint-Jean) à l'exclusion de Gesellschaft et de Teutschgrund désormais définitivement abandonnés.

La production métallique reprend une certaine activité au cours de la seconde moitié du XVIIe siècle : en 1667, par exemple, les deux seules mines Pfennigthurm et Saint-Pierre réalisent une production Argent de l'ordre de 550 kg.

B. Phase 1716-1793.

Par suite des difficultés d'exploitation, sans cesse croissantes, résultant de l'approfondissement des travaux (exhaure et aérage notamment) les grandes mines Pfennigthurm et Saint-Pierre sont à leur tour définitiment abandonnées vers 1750; Saint-Jean lui-même n'est plus exploité que dans les niveaux supérieurs anciennement travaillés au voisinage de la galerie d'écoulement 600. Mais de nouveaux centres de recherches et d'exploitation s'ouvrent sur des filons de second plan, généralement pauvres et jusque-là délaissés : Saint-Martin-Saint-Urbain, Sainte-Barbe, Saint-Daniel, Bagralle, Saint-Philippe, Schelmütte, Homme Sauvage, Saint-Georges, etc., cependant que sont amorcés trois grands travers-bancs (Saint-Jean 489, Saint-Daniel, Saint-Philippe) sur l'exécution desquels on fonde, bien inconsidérément, de grands espoirs. Enfin, l'activité des exploitants se porte aussi sur le traitement des anciens déblais minéralisés rejetés comme pauvres par les anciens mineurs (haldes).

Durant cette phase et à part quelques années exceptionnelles, la production Argent tombe à moins de 100 kg. dans la première moitié du XVIIIe siècle (3e, 4e, 5e décade) et à un chiffre constamment inférieur à 50 kg. — parfois de beaucoup — dans la seconde moitié de ce siècle. Cependant, la courbe de production du Cuivre tend, elle aussi, vers zéro puisqu'au cours des 3e, 4e, 5e décade le métal rouge accuse une production annuelle nettement inférieure à 10 t., chiffre qui s'abaisse au voisinage d'une tonne seulement par an dans la deuxième moitié de ce même siècle. Quant au Plomb métal, quoique assez recherché dans la seconde moitié du siècle en vue, il tombe lui aussi, pour cette période, à des chiffres voisins de 1 t.

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

L'année 1783 marque en quelque sorte la fin de toute production métallique aux mines des environs de Giromagny.

L'État prend officiellement possession de ces mines en 1793, après le vote de la loi du 25 juillet 1791 qui annule la donation de Louis XIV au Cardinal de Mazarin.

3° De 1793 à nos jours.

L'histoire des anciennes mines des environs de Giromagny au cours de ces 150 années est dominée par ce fait — extrêmement important — que les multiples tentatives de remise en valeur dont elles sont l'objet s'épaulent sur leur légendaire richesse. Aussi, aux espérances du début, souvent trop optimistes, font suite des insuccès qu'explique dans une assez large mesure la valeur intrinsèque des gîtes.

A. Phase 1793-1843.

Au cours de ce demi-siècle, tous les travaux miniers sont suspendus mais Giromagny est à l'ordre du jour. L'attention de l'État, des communes, des sociétés, des particuliers est attirée, à plusieurs reprises, sur ces mines qui font alors l'objet de nombreux rapports officiels, lois, décrets, etc. Toute cette activité administrative ne prend fin que par l'octroi, le 26 mars 1843, au sieur Charles Pierre Collard, de l'actuelle concession dite de Giromagny (2.916 ha).

B. Phase 1843-1930.

Depuis l'octroi de la concession minière, d'assez nombreux essais de remise en valeur des anciennes mines se succèdent en général avec des interruptions plus ou moins longues. Mais les tentatives les plus importantes se situent entre 1843 et 1848 principalement sous l'impulsion de C. P. Collard ; 1890 et 1893 sous celle de Gasc; 1920 et 1930. Toutes ces tentatives ont généralement pour objet de s'attaquer aux mines réputées pour leur richesse et leur accès facile. En fait, Saint-Jean que sa richesse légendaire en minerai de plomb met en vedette, accessoirement Saint-Daniel et Saint-Martin-Saint-Urbain, attirent presque exclusivement l'attention des mineurs. Mais Teutschgrund, Pfennigthurm et Saint-Pierre, abandonnées l'une dès la Guerre de Trente Ans, les autres au milieu du XVIIIe siècle ne font même pas l'objet d'une tentative de reprise apparemment jugée trop dispendieuse, sinon aléatoire. Finalemeut, en 1929, après de nombreuses tentatives jusque là restées infructueuses, le fond des anciens dépilages de la mine Saint-Jean est atteint.

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

La production métallique réalisée aux mines des environs de Giromagny au cours des XIXe et XXe siècle se chiffre à un maximum de quelques centaines de tonnes de minerai marchand en provenance surtout de la mine Saint-Jean dont les concentrés tenaient (1929), 70-75 % Pb et 0,5-0,7 kg Ag/ T Pb S.

VI. — EXAMEN DÉTAILLÉ DES PRINCIPALES MINES HISTORIQUES

Bien que l'étude de détail des 30 filons métallifères connus des environs de Giromagny et des « mines » ouvertes sur ces derniers soit à tous égards particulièrement instructive, il ne peut être question — faute de place — de l'entreprendre dans cette note. Seules seront donc passées en revue les principales mines historiques exploitées dès avant la Guerre de Trente Ans et auxquelles la région minière de Giromagny doit incontestablement toute son ancienne célébrité : Saint-Jean, Gesellschaft, Teutschgrund, Pfennigthurm, Saint-Pierre.

Quelle qu'ait été leur importance passée, les mines des environs de Giromagny sont à l'heure actuelle pour la plupart inaccessibles. Des entrées de galeries souvent obstruées ou même à peine dessinées, des haldes que masquent parfois la végétation ou sur lesquelles sont construites de vieilles maisons, quelques dépilages en affleurement, constituent, à peu près, les seuls vestiges apparents d'une industrie minière jadis cependant active et dont la tradition locale perd chaque jour davantage le souvenir.

1° Filon Saint-Jean (1. St Jn).

La mine Saint-Jean constitue le plus grand gîte de galène, actuellement connu, non seulement des environs de Giromagny mais aussi des Vosges méridionales. Elle occupe, en outre, un rang honorable parmi les principaux gîtes historiques de Plomb de la Métropole.

La mine Saint-Jean est située sur le versant sud du Mont Ménard, exactement à 700 m. à l'Ouest de l'église d'Auxelles-Haut [1].

1. Les mémoires du XVIIIe siècle — aujourd'hui en grande partie historiques — signés des auteurs D'HÉROUVILLE DE CLAYE (1741), DE GENSSANE (1756), ALBAZIN (1778), DE DIÉTRICH (1789), GUILLOT-DUHAMEL fils (an VI), s'étendent, en moyenne assez longuement, sur les travaux de la mine Saint-Jean. Ne pouvant — faute de place — donner une analyse de ces rapports qu'il faut lire dans le texte même, il est bon de noter que c'est à leur interprétation fautive, que n'étayait aucune donnée géologique précise, que sont dus, pour une assez large part, les insuccès enregistrés depuis plus d'un siècle dans les tentatives de remise en valeur de la mine en question.

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

a. CONSTITUTION. La mine Saint-Jean se compose de 3 fractures principales — minéralisées en B.G.P.C. mais à dominante de galène presque exclusive — respectivement de direction générale nord-sud (filon Saint-Jean), nord-ouest-sud-est (filon Delta), nord-est-sud-ouest (faille) [1], de plongement est, d'inclinaison variable, 62°, 5 (pro parte), 70°, 60°.

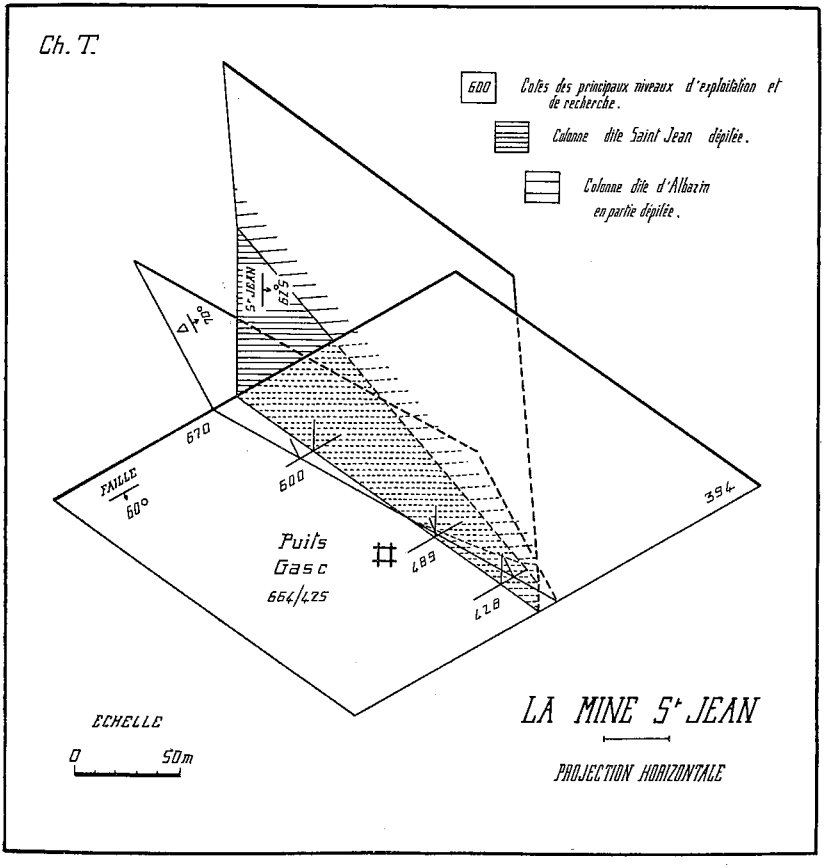


FIG. 3. — La mine Saint-Jean.
Les filons, la faille, les colonnes métallifères (Schéma).

1, Cette faille d'âge post-permien et sans doute tertiaire n'est pas postérieure à la mise en place de la métallisation des filons Saint-Jean et Delta. Ce fait, d'une haute importance, explique dans une large mesure la présence sinon la localisation des colonnes métallifères, peu développées en direction mais si continues sur la verticale, jadis exploitées — au voisinage immédiat et au mur de la faille E-W — dans les principaux filons de la région de Giromagny : Saint-Jean, Gesellschaft, Teutschgrund, Pfennigthurm, Saint-Pierre.

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

Ces fractures s'ordonnent entre elles de telle manière que les deux premières, de beaucoup les plus métallisées, butent contre la troisième dont les caractères évoquent plutôt ceux d'une faille que ceux d'un filon proprement dit (fig. 3).

Saint-Jean constitue le principal filon de la mine à laquelle il a donné son nom. Sa fracture peut être interprétée comme résultant de la juxtaposition de deux plans respectivement nord-sud et nord-nord-ouest, faisant entre eux — sur l'horizontale — un angle obtus très ouvert. L'intersection de ces deux plans étant d'autre part oblique — sur la verticale — par rapport à la faille, il en résulte que la partie nord-sud du Saint-Jean, qui bute contre cet accident, affecte la forme d'un coin. Suivant son plus grand axe, ce dernier mesure environ 350 m. mais en direction — dans les limites de l'épure, c'est-à dire entre les cotes 670 et 394 — son développement décroît *progressivement* et va d'un maximum de 80 m. à un minimum de 12 m.

Saint-Jean compte deux zones principales plus ou moins minéralisées. La première dite colonne Saint-Jean — à laquelle la mine de ce nom doit toute sa célébrité — épouse le plan nord-sud du filon ; sa métallisation de galène, aujourd'hui dépilée, se présentait sous une forme massive avec, comme gangue accessoire, quartz et calcite. La seconde, dite colonne Albazin, constitue en quelque sorte un terme de transition entre la zone abritée précédente et le filon de structure bréchiforme ; sa métallisation, partiellement dépilée, n'est plus massive mais constituée surtout de bandes parallèles de galène de grain généralement fin, noyées dans une puissante gangue de quartz blanc particulièrement résistant, très accessoirement de calcite.

b. Travaux. On ignore la date à laquelle fut mise en exploitation, pour la première fois, la mine Saint-Jean. On sait seulement que cette mine était travaillée au début du XVIIe siècle (1607) mais tout porte à croire qu'à cette date les travaux — effectués exclusivement sur la colonne Saint-Jean — avaient déjà atteint une certaine ampleur malgré la pauvreté relative en Argent du minerai essentiellement plombifère.

Par suite des graves troubles qui accompagnèrent la Guerre de Trente Ans dans la région, la mine Saint-Jean fut détruite comme toutes celles, alors en activité, de la région de Giromagny (Gesellschaft, Teutschgrund, Pfennigthurm, Saint-Pierre) et abandonnée de 1633 à 1653. Après quoi elle fut à nouveau travaillée mais par intermittence, en raison des difficultés d'exploitation (exhaure) qu'aggravaient la courte durée des amodiations et la pauvreté relative du minerai en métal blanc. En 1716, la

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

colonne Saint-Jean était déjà en très grande partie dépilée et les travaux les plus profonds, faits sur cette puissante colonne métallifère ainsi que sur le filon Delta, avaient dépassé la cote 400 c'est-à-dire une profondeur — mesurée dans le plan de cette colonne — d'environ 250 m. en contrebas du travers-banc 600 qui constituait, à cette époque, la galerie d'écoulement la plus récente.

De 1716 à 1733 la mine Saint-Jean fut à nouveau abandonnée par suite, semble-t-il, de la destruction des installations — pour des raisons extra minières mal connues — par leur propriétaire le seigneur Paul Jules de Mazarin.

Dès lors, de 1733 à 1783 les travaux reprirent une certaine activité bien que leur objet ne fut plus la mise en valeur de de la colonne Saint-Jean au-dessous de la cote 400, conséquence des difficultés déjà mentionnées (manque d'eau nécessaire au fonctionnement de la roue hydraulique, courte durée des amodiations, minerai peu argentifère) mais aussi de la valeur intrinsèque, sans cesse décroissante, du gîte. L'activité des exploitants fut donc orientée, durant ce demi-siècle, vers le traitement des haldes ou déblais minéralisés tenus pour pauvres par les anciens exploitants et le dépilage du minerai dans les zones supérieures, voisines du travers-banc 600, des colonnes Saint-Jean (destruction de stots de protection) et Albazin, cependant qu'une grande galerie d'écoulement, ultérieurement dénommée 489, était amorcée à plus d'un km. au Sud de la mine.

La période 1783 à 1843 marqua un nouvel abandon de la mine Saint-Jean qui désormais, jusqu'à nos jours, ne fut plus le théâtre que de tentatives de remise en état temporaires destinées à contrôler, sinon à exploiter, la légendaire richesse de cette ancienne mine.

La tentative imprévoyante faite de 1843 à 1846, après l'octroi de la concession, sous l'impulsion de C. P. Collard, fut couronnée d'un échec retentissant : une venue d'eau subite vint annuler en quelques heures l'effort de dénoyage des travaux, en dessous du T. B. 600, effectué non sans peine à l'aide d'une machine à vapeur de 20 ch. Quant à l'essai de remise en valeur mené durant 3 ans (1890-93) sous la direction technique de Gasc, s'il constitue, sans conteste, l'effort de beaucoup le plus important et le mieux conçu qu'ait connu, dans les temps modernes, la mine Saint-Jean [1], il ne donna à vrai dire que des résul-

1. Entre août 1890 et octobre 1893 fut achevé le grand T. B. 489, amorcé au XVIIIe siècle sur 300 m. et dont le développement dépasse 1 km. ; eut lieu le fonçage d'un puits rectangulaire non boisé de 240 m. (puits Gasc) ; fut effectuée la

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

tats économiques peu probants ; il permit bien de reconnaître la présence, aux niveaux 489 et 428, de la colonne Albazin vierge mais surtout, à ces mêmes niveaux, celle des anciens dépilages de la colonne Saint-Jean. Ce n'est en fin de compte qu'au cours de la décade 1920-30 que le résultat désiré depuis au moins un siècle et sans cesse reculé fut réalisé : fin 1929, une descenderie de 90 m. sous 45° atteignait et dépassait même le fond des anciens dépilages de la colonne Saint-Jean qui mesurent 12 m. seulement en direction (cote 394) et permettait aussi la reconnaissance des anciens travaux (dépilages, traçages) exécutés, avant 1716, sur le filon Delta et la faille.

c. Évaluation du tonnage probable de galène contenu dans le filon Saint-Jean. A l'heure actuelle, aucune donnée ne permet de chiffrer la production Plomb, Argent, Cuivre — cette dernière négligeable ou même inexistante — réalisée par les anciens mineurs au cours de l'exploitation totale ou partielle des colonnes Saint-Jean et Albazin. Aussi, a-t-il paru intéressant de donner un aperçu de la richesse du filon Saint-Jean. Il va sans dire que les chiffres ainsi obtenus n'ont qu'une valeur indicative, notamment en ce qui concerne la colonne Saint-Jean dépilée depuis plus de deux siècles et sur le compte de laquelle les renseignements numériques précis font défaut.

α. Colonne Saint-Jean (Surface 14.000 m² environ).

D'après de Dietrich [1] la puissance de la minéralisation massive en galène était assez souvent de 0 m. 50 et jamais inférieure à 0 m. 25. D'autre part, les seules observations modernes (1929) faites sur cette colonne entre les cotes 387 à 394 chiffrent à 0 m. 30-0 m. 40 la puissance de la minéralisation de galène massive.

En prenant comme puissance réduite le chiffre de 0 m. 25 — 1,8 t./m² environ — c'est un tonnage voisin de 25.000 t. de galène (86 % Pb) qu'aurait contenu la colonne Saint-Jean.

Bien que ce tonnage puisse paraître élevé, il est probable qu'il représente au contraire un minimum au-dessous duquel il n'y a pas lieu de descendre. La puissance des dépilages ouverts sur la colonne Saint-Jean par les anciens mineurs, avant le XVIIIe siècle, est un fait qui ne peut s'expliquer que par une richesse exceptionnelle et soutenue de la minéralisation plombeuse. A n'en pas douter, les masses de galène massive ont atteint par place des chiffres très supérieurs et de beaucoup à celui de 0 m. 25 pris ci-dessus comme base de calcul.

reconnaissance du filon Saint-Jean aux niveaux 489 et 428 et du filon Delta à l'étage 489 ; fut installée une grande laverie sur le carreau 600.

1. De Dietrich, *op. cit.*, p. 83.

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

Quant au poids d'argent correspondant aux 25.000 t. de PbS considérées, il peut être estimé à environ 15.000 kg., chiffre relativement très faible eu égard au tonnage de minerai massif en vue. En fait, la teneur Argent de la galène du filon Saint-Jean — teneur rapportée à la tonne de PbS — ressort à 0 kg. 5-0 kg. 8 environ ce qui était peu de chose aux yeux des anciens mineurs.

β. *Colonne Albazin* (Surface 7.000 m² environ).

Les données anciennes relatives à la richesse de la colonne Albazin entre les cotes 600 et 530 varient dans d'assez larges limites. D'après Albazin, qui est le seul auteur cité du XVIIIe siècle qui ait visité les travaux — jamais revus depuis — de cette colonne entre les cotes ci-dessus, *le filon « a depuis 8, 10, 12, 15, 20, et jusqu'à 24 cm. d'épaisseur en mine de plomb* [1] ».

Quant aux observations modernes effectuées dans les traçages de la colonne Albazin aux niveaux 489 et 428, elles donnent à cette zone minéralisée du filon Saint-Jean une puissance réduite maxima de l'ordre de 0 m. 05.

En prenant comme base de calcul ce dernier chiffre, le tonnage de galène PbS et d'Argent métal de la colonne Albazin s'élèverait respectivement à environ 2.500 t. et 1.500 kgs.

A noter que les chiffres qui précèdent donnent une idée plus précise de la richesse de la colonne Albazin que ceux qui furent calculés pour la colonne Saint-Jean. D'autre part, il importe de souligner que la colonne Albazin n'est que partiellement dépilée, à savoir entre les cotes 530 et 600 (XVIIIe siècle) et 430 et 450 (XXe siècle).

Le peu de richesse relative en galène de cette colonne, comparativement à celle dite Saint-Jean, explique dans une certaine mesure la localisation des travaux anciens et modernes. Mais le traitement mécanique des minerais qui posait jusqu'à ces derniers temps encore un problème délicat fut pour beaucoup dans la ligne de conduite des anciens mineurs qui, antérieurement au XVIIIe siècle, délaissèrent totalement cette colonne Albazin.

2° **Filon Gesellschaft** (4. Glf).

A l'heure actuelle, on ne possède aucune donnée précise sur ce filon frappé d'un abandon total depuis la Guerre de Trente Ans, c'est-à-dire depuis exactement trois siècles (1633-1933).

Le filon Gesellschaft se développe sur le versant Sud de la montagne de la Suisse à peu de distance, semble-t-il, à l'Est du travers-banc Saint-Philippe.

1. ALBAZIN in GUILLOT-DUHAMEL Fils, *op. cit.*, p. 276.

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

a. CONSTITUTION. — Pendage, inclinaison, direction du filon Gesellschaft sont inconnus, mais il ne serait pas étonnant que cette dernière fut nord-sud avec plongement est.

Quant à la minéralisation. il est certain qu'elle comportait une gangue de fluorine — peut-être associée à du quartz — de la chalcopyrite, de la galène, etc.

Les roches dacitiques constituent vraisemblablement les épontes de ce filon.

b. TRAVAUX. — Mentionné pour la première fois dans un rapport de 1607-1608 en même temps que les autres grandes mines d'Argent, Cuivre, Plomb de l'époque : Teutschgrund, Pfennigthurm, Saint-Pierre, Saint-Jean, le centre minier de Gesellschaft était alors connu et exploité, sans doute possible, de longue date déjà.

En 1607, l'exploitation de cette mine paraît avoir eu lieu par le percement « Erbstollen [1] » qui constitue une des trois galeries d'écoulement présentement désignées sous les noms de : Saint-Nicolas, Erbstollen, Travers-banc inférieur [2].

Entre 1612 et 1630, il est fréquemment question de cette mine qui apparaît durant cette période comme le plus grand producteur de minerais de la région de Giromagny.

Tonnage des minerais. Année 1619 : 265 t.; 1620 : 195 t.; 1621 : 262 t.; 1622 : 161 t.; 1629 : 148 t.; 1630 : 157 t.

Richesse des minerais (Moyenne pour 1612 à 1630). Galène tenant 21 à 32 % Pb et 0 kg. 600 à 1 kg. 200 Ag/t. minerai.

Pourcentage de la production argent. Année 1612 : 15 %; 1613 : 16 %; 1621 : 16 %; 1622 : 22 %.

Cette mine accusait aussi une production de Cuivre.

En 1632 (2e semestre), la mine Gesellschaft occupait 13 mineurs, non compris les coureurs de chiens, tireurs, etc. Pour cette période, sa production n'était plus que d'environ 15 t. de minerai.

Dès 1633, par suite de l'occupation de la région par les Suédois, tous les travaux furent suspendus. Ils ne devaient d'ailleurs jamais plus être repris.

D'Hérouville de Claye signale très brièvement la mine Gesellschaft qu'il nomme « *Kelchaffe* » et dont de vieux mineurs s'accordent à dire la grande richesse.

De Genssane, lui aussi, est très bref en ce qui concerne cette

1. Mot employé aussi par AGRICOLA dans son *De re metallica* (1550) mais, sous la forme « Erbstoln » comme traduction de : *cuniculus habens jus possessionis.*

2. Les haldes du percement « Erbstollen » et du T. B. inférieur sont encore visibles quoique en grande partie masquées par la végétation.

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

ancienne mine d'argent à laquelle il donne le nom de « *Selschaft* » et dont il soupçonne toute l'importance passée.

De Dietrich mentionne simplement cette mine sans donner aucun commentaire.

Quant à Guillot-Duhamel Fils, il se fait surtout l'écho de la tradition orale qui conservait — et conserve encore — le souvenir de cette importante mine historique.

A la fin du XIXe siècle, entre mars 1891 et mai 1892, sous la direction de Gasc, le travers-banc inférieur fut l'objet d'une tentative de remise en état. C'est à cette époque qu'eut lieu, sur la rive droite de la Thôme, en amont d'Auxelles-Haut, le fonçage d'un petit puits d'une vingtaine de mètres de profondeur qui devait permettre la reconnaissance de l'ancien travers-banc dans sa partie située à l'Ouest du puits en direction du filon Gesellschaft. Mais par suite des difficultés d'exécution de ce travail — sol mouvant et très aquifère (faille) —, l'ancienne galerie, d'ailleurs entièrement écrasée, ne fut relevée que sur une très faible longueur.

3° **Filon Teutschgrund** (14. Tgd).

L'abandon définitif de la mine Teutschgrund date de trois siècles et remonte au début de la Guerre de Trente Ans.

Le filon Teutschgrund est situé dans la Forêt des Hautes Planches à 1.100 m. à l'Ouest de la route de Giromagny au Ballon d'Alsace (G. C. 4). Le filon Saint-Daniel en est distant de 600 m. à l'Est.

a. CONSTITUTION. — Le filon Teutschgrund est nord-sud, son pendage est et son inclinaison de 70°.

Sa minéralisation comporte quartz, fluorine ; cuivre gris (panabase), chalcopyrite, galène : très accessoirement cérusite et malachite, etc.

Ce filon est encaissé dans les roches dacitiques. A l'heure actuelle, il n'est connu ni dans les tufs grossiers qui bordent au Nord les dacites ni dans les grès et rhyolites permiens de la Tête des Planches au Sud.

En direction, le filon Teutschgrund mesure au maximum un développement de l'ordre d'un kilomètre.

b. TRAVAUX. — La mine Teutschgrund est signalée, pour la première fois, semble-t-il, dans un rapport daté de 1607-1608. A cette date, une grande partie de l'activité minière paraît avoir eu pour objectif l'exécution d'un travers-banc. Lors de cette mention, les travaux étaient donc sur le point d'atteindre leur

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

développement maximum puisque quelques années plus tard cette mine allait être l'objet d'un abandon définitif.

Entre 1612 et 1630, Teutschgrund fait figure de grande mine ainsi qu'il ressort des données statistiques ci-dessous :

Tonnage des minerais. Année 1619 : 147 t. ; 1620 : 166 ; 1621 : 137 ; 1622 : 111 ; 1629 : 183 ; 1630 : 124.

Richesse des minerais. (Moyenne pour 1612 à 1630).

A. Minerai de cuivre argentifère tenant 7 à 12 % Cu et 1,800 à 2,550 kg. Ag/t minerai.

B. Autre minerai de cuivre argentifère à 6 % Cu et 0,300 kg Ag/t minerai.

C. Minerai de plomb à 20 % Pb et 0,750 kg Ag/t minerai.

Pourcentage de la production argent. Année 1612 : 9 % ; 1613 : 17 ; 1621 : 32 ; 1622 : 26.

En 1632 (2e semestre), cette mine occupait 67 ouvriers dont 24 mineurs. La production ressortait, pour cette période, à 27 t. seulement.

Dès 1633, par suite des troubles consécutifs à la Guerre de Trente Ans, les travaux furent suspendus. Cette date marqua d'ailleurs l'abandon définitif de la mine Teutschgrund qui désormais, à l'image de celle de Gesellschaft, ne connut plus que des tentatives de remise en valeur non couronnées de succès.

Bien que l'on ne connaisse que relativement peu de chose sur les travaux miniers effectués sur le filon Teutschgrund lors de l'abandon il y a 3 siècles de la mine de ce nom, on peut néanmoins dresser le bilan rétrospectif ci-dessous : en direction, les travaux avaient porté sur deux points principaux correspondant, sans doute possible, à l'affleurement de colonnes métallifères. On ne sait rien — hormis leur existence certaine — sur le compte des travaux qui s'échelonnent sur la rive droite de la Goutte Close et que jalonnent encore aujourd'hui quelques entrées de galerie obstruées avec leurs anciens déblais. Il n'en est pas de même des travaux ouverts sur la partie sud du filon. Indépendamment de plusieurs haldes minéralisées — haldes qui furent l'objet de reprises au XVIIIe siècle — et de l'affleurement d'un puissant dépilage (cote 700), ces travaux comptent, en effet, plusieurs travers-bancs — tous inaccessibles depuis au moins 2 siècles — mais dont l'existence affirmée par de Genssane, de Dietrich, Guillot-Duhamel fils, ne peut être mise en doute bien qu'à l'heure actuelle on soit fort mal renseigné à leur endroit.

En bref, si les travaux inaccessibles de la rive droite de la

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

Goutte Close ne permettent pas aujourd'hui de chiffrer, même approximativement, l'importance des recherches — sans doute très limitées — faites sur Teutschgrund, ceux encore visibles ou d'existence certaine ouverts dans la partie sud de ce même filon à l'Ouest du vallon de la Goutte du Chien étayent cette idée qu'ils furent menés en vue de l'exploitation d'une importante colonne métallifère reconnue, sinon dépilée, sur une hauteur verticale d'au moins 200 mètres [1].

D'Hérouville de Claye est particulièrement bref à l'endroit de la « mine d'argent » inexploitée de Teutschgrund qu'il nomme « *Taichegronde* » et qui « *paroît abondante et riche* ».

De Genssane s'étend assez peu sur cette ancienne mine dont il reconnaît toute l'importance passée et qu'il désigne sous le nom de « *teich Grunt (terre allemande)* ». Ce mineur signale qu'au cours de son séjour à Giromagny, il tenta la remise en état d'un travers-banc — sans doute le travers-banc inférieur — mais qu'il fut obligé d'abandonner ce travail après environ 100 toises (200 m.) en raison du mauvais état du sol et des frais de boisages considérables. Mais il est probable qu'indépendamment de cette tentative infructueuse — qu'avait d'ailleurs faite quelques années auparavant, mais sans plus de succès, la Compagnie Anglaise — de Genssane porta aussi son activité sur le traitement des anciennes haldes de la partie sud du filon dont l'importance et la richesse en métal blanc avaient retenu son attention.

De Diétrich rapporte de son côté que ce même travers-banc fut l'objet d'une nouvelle tentative de relèvement dans le cours de la deuxième moitié du XVIIIe siècle. L'arrêt de tous les travaux miniers productifs dans la région de Giromagny, vers 1780, devait encore faire échouer cette tentative.

Dans son rapport GUILLOT-DUHAMEL fils donne d'utiles détails sur les deux principaux travers-bancs ouverts par les anciens mineurs, avant la Guerre de Trente Ans, en vue de l'exploitation de la partie sud du filon Teutschgrund à l'Ouest de la Goutte du Chien. En raison de l'intérêt que présente encore à l'heure actuelle cette documention ancienne, que n'infirment ni ne confirment les données modernes, il a paru intéressant d'en donner ci-dessous le texte in extenso.

« *Rien ne prouve mieux l'ancienne richesse de ce filon, que les percements que l'on a faits pour l'épuisement des eaux de cette mine. Il y en a eu une assez grande quantité au-dessous les uns des autres, que l'on a fait successivement à mesure de l'approfondissement des travaux; mais je ne ferai mention que des deux plus considérables. Le premier a son embouchure à l'entrée du village des Planches,*

1. Le tracé des travers-bancs n'étant pas connu avec précision, ces derniers n'ont pas été portés sur la fig. 2.
Selon Guillot-Duhamel Fils la mine Teutschgrund possédait un canal de dérivation.

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

entre le jardin de J. B. Dupin et le pré d'Elietendre; il doit avoir de 800 à 900 mètres de longueur horizontale, pour arriver au filon et procurer un écoulement de 160 mètres. Le second est près de la rivière de Giromagny, dite Savoureuse, au-dessous de la maison et dans le verger de Georges Zeller, un peu au-dessus de son moulin; son entrée est éboulée; on ne le reconnaît que par une jolie fontaine à laquelle il a donné lieu : celui-ci, par approximation, doit avoir 140 à 160 mètres de longueur[1] *et procurer un écoulement d'environ 200 mètres. Dietrich commit, d'après un mémoire de Mallet et de moi, que je lui avais communiqué, quelques erreurs relatives à ces percements; ayant été à portée de mieux observer pendant mon dernier voyage à Giromagny, je m'empresse de les rectifier*[2] ».

Depuis les tentatives infructueuses de remise en état du XVIIIe siècle, la mine Teutschgrund fut totalement délaissée, si bien qu'à l'heure actuelle trois siècles exactement se sont écoulés à compter du jour où ce filon — jadis tenu pour un des plus grands producteurs d'Argent et de Cuivre des environs de Giromagny — fut l'objet d'un abandon total.

4° **Filon Pfennigthurm** (19. Pgth).

L'abandon total de la mine Pfennigthurm remonte à près de deux siècles.

Le filon Pfennigthurm constitue la première fracture minéralisée que recoupe le travers-banc Saint-Daniel.

a. Constitution. — D'après de Diétrich, le filon Pfennigthurm est nord-sud et de plongement est. Guillot-Duhamel fils lui donne une inclinaison de 70°-80°.

Ce filon comporte une minéralisation de même nature que celle du filon Saint-Daniel mais en plus riche, c'est-à-dire que les zones métallisées comprennent fluorine, cuivre gris, chalcopyrite, galène, etc.

Les roches dacitiques constituent les épontes du filon dont le développement en direction n'est pas connu.

b. Travaux. — Il est certain que la mine Pfennigthurm avait déjà fait l'objet de travaux importants quand première mention en est faite dans un rapport de 1607-1608.

Il est fréquemment question de cette mine entre 1612 et 1630, époque à laquelle elle compte — ainsi que l'attestent les chiffres ci-dessous — au nombre des principaux centres d'exploitation alors en activité.

1. C'est certainement 1.400 à 1.600 m. qu'a voulu écrire Guillot-Duhamel Fils (Note de Ch. T.).
2. Guillot-Duhamel Fils. *Op. cit.*, p. 246 et 247.

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

Tonnage des minerais. Année 1619 : 34 t.; 1620 : 28; 1621 : 27 ; 1622 : 26 ; 1629 : 76 ; 1630 : 67.

Richesse des minerais (Moyenne pour 1612 à 1630)[1].

A. Kupfererz tenant 7 % Cu et 2,100 kg Ag/t minerai.

B. Mittelglaserz à 0,900 kg Ag/t minerai.

C. Haldenerz à 0,750 kg Ag/t minerai.

Pourcentage de la production argent. Année 1612 : 18 %; 1613 : 17 ; 1621 : 5 ; 1622 : 6.

En 1632 (2e semestre), cette mine occupait 64 ouvriers dont 23 mineurs.

De 1633 à 1659, par suite de la Guerre de Trente Ans, tous les travaux furent suspendus.

Jusqu'au début du XVIIIe siècle, la mine Pfennigthurm compta, comme par le passé, parmi les principaux producteurs de minerai d'Argent. Durant cette période, elle occupa un nombreux personnel : en général 25 à 50 mineurs non compris les coureurs de chiens, tireurs, etc. Mais à plusieurs reprises cette mine fut aux prises avec des difficultés d'épuisement qui eurent pour résultat de provoquer l'inondation momentanée des travaux inférieurs. Ces difficultés motivèrent, en 1680, des mesures énergiques, notamment la mise en état d'un canal de dérivation de 2.500 toises (5 km.) destiné à assurer le fonctionnement de la roue hydraulique haute, dit-on, de 13 toises (26 m.)[2].

En 1680, la mine Pfennigthurm comptait déjà 10 ouvrages sur

1. Les appellations anciennes de Haldenerz, Kupfererz, Mittelglaserz, Ganzglaserz avaient avant tout une signification pratique et désignaient des catégories de minerais que distinguaient, dès avant le XVIIe siècle, les mineurs de l'Europe Centrale. De fait, pour la région de Giromagny, ces appellations avaient apparemment en vue des mélanges plus ou moins riches de cuivre gris et de chalcopyrite.

2, Ce canal de dérivation prenait naissance en amont de Lepuix, sur la rive droite de la Savoureuse, puis pénétrait dans la vallée de la Beusinière pour revenir ensuite au bas de la Forêt des Hautes Planches et de là à la mine Pfennigthurm. A son origine, ce canal recevait ses eaux de la Savoureuse ; il était en outre alimenté, à son passage dans la vallée de la Beusinière, par le petit ruisseau de ce nom dans lequel se déversaient les étangs Neufs, de la Buzinière, des Belles Filles. Entre cette dernière vallée et la mine Pfennigthurm, ce canal était en outre branché sur les étangs de la Manche.

Lors de la deuxième visite de Guillot-Duhamel Fils dans la région de Giromagny en l'An IV, le premier tronçon de ce canal, qu'alimentait la Savoureuse, n'existait plus car il avait été abandonné depuis l'arrêt des travaux profonds de la mine Pfennigthurm dans la première décade du XVIIIe siècle. Quant au second tronçon, il était alors en très mauvais état bien qu'au cours de tout le XVIIIe siècle il ait, à lui seul, fourni les eaux nécessaires au fonctionnement des bocards, des laveries et d'une scierie de granite.

En l'An IV, l'étang de la Buzinière était détruit de longue date déjà, ceux de la Manche depuis quelques mois seulement.

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

12, chiffre atteint lors de son abandon. L'épuisement des eaux était assuré par 22 pompes dont 17 en cuivre.

Dès 1659 (un trimestre), la mine Pfennigthurm produisait 12 t. de minerai ; en 1667, 85 t. ; en 1678, 54 t. ; en 1698 (un trimestre) 16 t. ; en 1701 (9 mois) 21 t. tenant 3,900 à 4,800 kg. d'Argent à la tonne de minerai.

De 1716 — sinon avant — à 1733, cette mine fut abandonnée pour les mêmes motifs que tous les autres travaux de la région.

En 1741, d'Hérouville de Claye visita la mine Pfennigthurm à laquelle il donne le nom de « *Phéniglorne* ». Cette mine était alors en exploitation et passait pour « *la plus considérable du pays* ».

De la description chiffrée que donne d'Hérouville de Claye — description malheureusement obscure surtout en ce qui concerne les travaux les plus profonds [1] — il ressort essentiellement que Pfennigthurm comptait douze puits ou « chocs » de 100 pieds chacun (32 m.) totalisant une profondeur — dans le plan du filon — de 1.200 pieds (384 m.).

Suivant cet auteur, seuls les travaux situés à une cote inférieure à celle du sixième puits pouvaient donner prétexte à une exploitation. Mais, sans contredit, c'était au niveau du 12e puits et au-dessous que se trouvaient les plus belles minéralisations, notamment « *un filon de trois pouces d'épaisseur sur 4 toises de longueur* » et « *un filon de six pouces d'épaisseur de mine d'argent & cuivre sans roc* ».

D'Hérouville de Claye estimait que la mine Pfennigthurm, bien conduite, pouvait réaliser une production mensuelle d'au moins 90 quintaux anciens de minerai (4,400 t.). Ce dernier tenait 10 à 12 % de cuivre et 10 kg. d'Argent à la tonne, mais cette teneur en métal blanc diminuait de moitié « *quand le filon est mêlé de roc* ».

De Genssane tenta, mais sans succès, le dénoyage de la mine Pfennigthurm qu'il désigne dans son mémoire sous le nom de « *Phénigtourne (tour aux Phénins)* ». Les travaux furent asséchés jusqu'au 7e puisard « *après quoi le peu de minéral, le défaut d'eau pour les roues de la machine & surtout les dépenses immenses que ce travail nous occasionnoit, nous rebutèrent de cet objet* ». De Genssane estimait, d'autre part, que tout le minerai mis à vue notamment au 3e, 5e et 6e puisard ou « schaet » n'était que de « *la mine de pilon* ». Cet auteur constate aussi le peu d'ampleur des travaux.

La mine Pfennigthurm fut définitivement abandonnée vers 1750. Aussi, à l'heure actuelle, les seuls travaux visibles — mais non accessibles — sont-ils ceux que mettent à vue le travers-banc Saint-Daniel, c'est-à-dire, en fait, fort peu de chose.

1. Selon Guillot-Duhamel Fils, d'Hérouville de Claye n'aurait pas vu le fonds des travaux Pfennigthurm dont il parlerait d'après des relations manuscrites.

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

5° **Filon Saint-Pierre.** (21. St. Pe.)

Saint-Pierre constitue avec Pfennigthurm et Saint-Jean une des 3 grandes mines historiques d'Argent, Cuivre, Plomb des environs de Giromagny qui aient survécu à la Guerre de Trente Ans. Mais son abandon, d'ailleurs contemporain de celui de la mine Pfennigthurm, remonte à près de deux siècles.

Ce filon se développe au Sud-Ouest et au pied du Mont Jean au voisinage immédiat du quartier Saint-Pierre.

a. CONSTITUTION. — Aucune observation de surface n'apporte, à l'heure actuelle, de précision relativement à la direction, au plongement et à l'inclinaison du filon Saint-Pierre. La documentation historique elle-même, quand elle aborde cette question, émet des avis qui ne concordent pas.

D'Hérouville de Claye et de Genssane sont muets sur ce point. De Dietrich rapporte — mais sous réserve — l'opinion suivant laquelle le filon en question serait incliné de 45° [1].

De son côté, Guillot-Duhamel Fils estime que ce filon « *court entre quatre et cinq heures de l'Est-Nord-Est à l'Ouest-Sud-Ouest* » avec pendage ouest et inclinaison de 60°.

La minéralisation du filon Saint-Pierre est du même type que celle de Pfennigthurm ; elle comporte donc essentiellement cuivre gris, chalcopyrite, galène, fluorine.

Ce filon a pour épontes les roches dacitiques.

b. TRAVAUX. — La mine Saint-Pierre est mentionnée pour la première fois — en même temps que celles de Gesellschaft, Teutschgrund, Pfennigthurm, Saint-Jean — dans un rapport de 1607-1608.

Comme les grands centres d'exploitation de cette époque, la mine Saint-Pierre est citée à plusieurs reprises dans la documentation écrite qui va des années 1612 à 1630. Au cours de ces deux décades, cette mine paraît avoir tenu la tête des producteurs d'Argent.

Tonnage des minerais. Année 1619 : 81 t. ; 1620 : 67 ; 1621 : 86 ; 1622 : 63 ; 1629 : 103 ; 1630 : 99.

Richesse des minerais (Moyenne pour 1612 à 1630).

A. Ganzglaserz 2,850 à 3,000 kg. Ag/t minerai.

B. Mittelglaserz 1,050 à 1,200 kg. Ag/t minerai.

C. Haldenerz 1,500 kg. Ag/t minerai.

1. En 1788 cette mine, ainsi que celle de Pfennigthurm, était déjà totalement inaccessible et en très grande partie noyée.

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

Pourcentage de la production argent. Année 1612 : 26 °/₀ ; 1613 : 30 °/₀ ; 1621 : 42 ; 1622 : 39.

Cette mine fut aussi productrice de cuivre.

En 1632 (2e semestre), la mine Saint-Pierre occupait 64 ouvriers dont 26 mineurs. Pour cette période, la production des minerais s'éleva à 15 t. seulement.

Par suite de la Guerre de Trente Ans, la mine Saint-Pierre fut abandonnée en 1633 mais dès 1648 elle était l'objet d'une reprise.

Depuis cette dernière date, jusqu'aux premières années du XVIIIe siècle, la mine en question joua un rôle important.

Malgré les difficultés d'épuisement et d'aérage qui paraissent être entrées dans une phase particulièrement critique en 1680 — époque à laquelle cette mine fut reliée au canal de la mine Pfennigthurm — Saint-Pierre occupa, tout au moins temporairement, un personnel assez nombreux. En 1692, on comptait 34 mineurs non compris les coureurs de chiens, tireurs, etc. ; 30 à 50 ouvriers en tout en 1700. Par contre et pour les raisons indiquées ci-dessus, la main-d'œuvre ne s'éleva qu'à 11 ouvriers en 1680. Au surplus, cette mine avait dû être abandonnée pendant 2 ans, entre 1692 et 1697, par suite de la pénurie d'eau nécessaire au fonctionnement de la roue hydraulique.

En 1700, la mine Saint-Pierre comptait déjà 12 ouvrages. A cette date, les travaux avaient donc atteint ou étaient sur le point d'atteindre leur profondeur maxima.

En 1659 (3 mois), la mine en question produisait 25 t. de minerai ; en 1701, (9 mois) 26 t. tenant 2,700 à 3,000 kg. d'Argent à la tonne de minerai.

De 1716 — sinon avant — à 1733, les travaux furent suspendus pour les mêmes raisons que celles qui motivèrent l'abandon des mines dans toute la région de Giromagny.

D'Hérouville de Claye consacre une assez longue description chiffrée à la mine Saint-Pierre qui était en cours d'exploitation en 1741.

Il résulte de cette description, malheureusement obscure, que cette mine comportait 12 puits superposés totalisant une profondeur — mesurée dans le plan du filon — de 1.300 pieds (416 m.). Cinq points étaient particulièrement minéralisés en cuivre gris, chalcopyrite, accessoirement galène ; ils étaient situés à peu près à la profondeur des 5e, 6e, 7e, 9e et 12e puits. En ces différents points, les passées minéralisées — d'un développement apparemment restreint (quelques mètres au maximum) dans le plan du filon — mesuraient respectivement *1*, *2,5*, *4,5*, *4,5*, *4*, pouces de minerai non massif, c'est-à-dire 27, 67, 120, 120, 108 mm.

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

Pour le mois de mars de l'année 1741, la production de cette mine s'éleva au total de 130 quintaux anciens (6,370 t.) se décomposant comme suit :

14 quintaux (0,690 t.) de minerai d'argent, cuivre et plomb, tenant 2,400 kg. Ag/t minerai.

86 quintaux (4,210 t.) de minerai d'argent, cuivre et plomb tenant 1.200 kg. Ag/t minerai ; 12 % de cuivre ; du plomb de quoi servir de fondant.

30 quintaux (1,470 t.) de minerai — résultant du bocardage et du lavage de minerais pauvres de la mine — tenant 0,900 kg. Ag/t minerai.

Soit, en définitive, pour cette seule grande mine Saint-Pierre une production mensuelle (mars 1741) d'environ 8 kg. d'argent et 0,500 t. de cuivre.

Une roue de 32 pieds de diamètre (10 m.), mue par les eaux d'un canal de plus d'un km. de développement [1] actionnait les 22 pompes aspirantes et foulantes chargées de l'exhaure.

Le personnel occupé à la mine Saint-Pierre, tant pour les besoins du service d'épuisement que pour ceux de la mine, comprenait : 1 homme pour l'entretien du canal de dérivation, 1 maître de machine, 4 valets, 3 charpentiers, 3 hontemens [2], 70 manœuvres pour l'évacuation des minerais, 18 mineurs proprement dits ou « *coupeurs* » répartis dans quatre dépilages, 2 maréchaux, 2 valets, 8 chaideurs, soit un personnel de 112 unités.

De Genssane concentra son activité sur la mise en valeur de la mine Saint-Pierre qu'il considérait comme « *le plus profond* & *le plus vaste des travaux de l'endroit ;* ».

D'après cet auteur, cette mine comptait « *treize schaets ou puisards qui forment ensemble une profondeur de plus de 1.500 pieds* » au-dessous du niveau de la Savoureuse. Selon de Genssane, le minerai tenait 1,200 à 1,800 kg. d'Argent à la tonne non compris un petit rendement en cuivre. Mais aux dires de cet auteur, le minerai était peu abondant : au point le plus riche du filon (9e puisard), la minéralisation massive atteignait par place une puissance de 2 à 3 pouces (54 à 81 mm.) seulement.

L'auteur en vue signale enfin les lourdes charges qu'occasionnaient de son temps l'épuisement et l'entretien du nombreux personnel affecté à l'évacuation des minerais.

Après une dernière phase d'activité (1745-46) au cours de laquelle la mine Saint-Pierre comptait 47 à 49 ouvriers dont 28 mineurs, cette mine fut abandonnée vers 1750. Comme celle de

1. Ce canal devait mesurer environ 1,5 km et était alimenté par la Savoureuse. Il longeait la rive gauche de la vallée de ce nom au pied du Mont Jean.

2. A rapprocher du mot « Hutman oder Steiger » donné par Agricola dans son *De Re Metallica* (1550) comme traduction de : « Praeses fodinae vel cuniculi ».

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

Pfennigthurm, délaissée à la même époque, elle ne devait jamais être reprise depuis. Aussi, à l'heure actuelle, les seuls vestiges apparents de travaux sont-ils l'entrée de la galerie d'écoulement[1] et une dépression circulaire (« entonnoir ») qui marque sans doute l'emplacement qu'occupait jadis la roue hydraulique.

VII. — RÉSUMÉ-CONCLUSION

Les anciennes mines des environs de Giromagny sont ouvertes sur un des deux plus importants districts métallifères des Vosges hercyniennes (Voir fig. 1).

Elles se développent à proximité immédiate, mais au Sud, du Ballon d'Alsace, sur les premiers contreforts montagneux des Vosges. Belfort en est distant de 15 km.

Ces mines ont fait l'objet depuis deux siècles d'un nombre considérable de mémoires, rapports, notices, etc., publiés ou non mais de valeur très inégale. A l'heure actuelle, cette documentation ne présente en général et dans les cas les plus favorables qu'un intérêt rétrospectif.

1° Au point de vue géologique, la région de Giromagny fait partie du faisceau de terrains primaires qui bordent la partie sud des Vosges hercyniennes de Luxeuil-les-Bains à Guebwiller par Giromagny et Thann.

Dans le détail, cette région comporte surtout des formations volcaniques et éruptives tournaisiennes et viséennes : dacites, roches albitisées, tufs et brèches volcaniques, arkoses granitiques, andésites ophitiques, etc. ; accessoirement des grès, rhyolites, argilolites permiens ; enfin des formations alluviales et glaciaires quaternaires. (Voir fig. 2.)

2° Au point de vue métallogénique, les gîtes des environs de Giromagny sont du type filonien hydrothermal et à métallisation presque exclusive de galène, chalcopyrite, cuivre gris (panabase arsenicale), blende, bien que l'on connaisse aussi la pyrite de fer, la malachite, la pyromorphite, la cérusite, le mispickel et que l'on ait jadis trouvé la chalcosite, la zinckénite, le cinabre. Les gangues massives comptent quartz et fluorine, accessoirement barytine et sidérite.

Le nombre des filons métallifères bien connus est de 30. Leur distribution est assez large, mais il y a lieu de noter qu'ils se groupent surtout aux environs immédiats de Giromagny et d'Auxelles-Haut, dans l'affleurement zonaire des roches daci-

1. Cette galerie donne aussi accès à la « mine Saint-Joseph » très mal connue.

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

tiques et le massif intrusif d'andésites. C'est là, en effet, que se développent les grands filons historiques d'Argent, Cuivre, Plomb jadis si activement exploités et dont les colonnes métallifères — toutes curieusement situées à proximité immédiate et au mur de la faille est-ouest — affectaient un développement sur la verticale infiniment plus grand que sur l'horizontale. (Voir Tableau 1.)

3° Au point de vue minier, les 5 grandes « mines d'Argent Cuivre, Plomb » dont l'exploitation remonte à une date inconnue (Gesellschaft, Teutschgrund, Pfennigthurm, Saint-Pierre, Saint-Jean) avaient déjà atteint une grande profondeur lors de la Guerre de Trente Ans, c'est-à-dire au début du XVIIe siècle. Vers le milieu du siècle suivant, les 3 mines (Pfennigthurm, Saint-Pierre, Saint-Jean), qui seules après les destructions et pillages de la guerre avaient pu être remises en valeur, furent à leur tour abandonnées en raison des difficultés d'exploitation (exhaure, aérage, etc.) que la technique minière de l'époque, cependant habile, ne parvenait plus à vaincre. C'est alors que les mineurs firent appel aux filons jusque-là délaissés en raison de leur pauvreté relative (Saint-Martin-Saint-Urbain, Sainte-Barbe, Saint-Daniel, Bagralle, Saint-Philippe, Schelmütte, Homme Sauvage, Solgat, Saint-Georges, etc.) mais cette tentative ne put enrayer la baisse, chaque jour plus accentuée, de la production métallique qui devint en quelque sorte nulle avant même la fin du XVIIIe siècle. Depuis, les essais de remise en valeur qui se succédèrent par trois fois au XIXe et au XXe siècle (1843-48 ; 1890-93 ; 1920-30) s'efforcèrent, pas toujours avec succès, de dresser un inventaire exact des possibilités économiques de cette ancienne région minière aujourd'hui d'intérêt historique. (Voir fig. 3.)

4° En définitive, l'apogée des mines des environs de Giromagny se situe avant la Guerre de Trente Ans et se confond en quelque sorte avec la phase de mise en valeur simultanée des 5 grandes « mines d'Argent, Cuivre, Plomb » auxquelles la région de Giromagny doit incontestablement toute son ancienne célébrité minière : Gesellschaft, Teutschgrund, Pfennigthurm, Saint-Pierre, Saint-Jean.

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

Contribution a l'étude de la faune du Dinantien des Pyrénées

par **G. Delépine** [1].

Planche I

Première partie.

GONIATITES ET CRUSTACÉS

des nodules phosphatés de l'Ariège.

Les fossiles décrits ici ont été récoltés parmi les déblais d'une ancienne exploitation de nodules phosphatés située au lieu-dit Moulin de Lestanque, à 3 kilomètres 500 au SSE de Rimont (Ariège). Les nodules phosphatés s'y trouvent parmi des couches de lydiennes qui forment, en Ariège, la partie la plus inférieure du Dinantien. Un peu au Nord du gisement affleurent des calcaires qui ont l'aspect de griottes ; ils sont rangés sur la carte géologique dans le complexe dévonien supérieur (d 6-4 = Givétien — Famennien [2]). Je n'ai pu étudier là le contact entre lydiennes et calcaires dévoniens, et, par conséquent, fixer ni quelle zone du Dévonien supérieur est représentée, ni à quelle distance du contact se trouve la couche à nodules autrefois exploitée.

Les fossiles ont été recueillis en 1929 par M. Dubar, M. Laverdière et moi-même. Jusqu'alors, on n'avait signalé dans ces nodules des Pyrénées que des Radiolaires et des cônes de *Lepidostrobus*. Dans une note publiée aux *Comptes Rendus sommaires*[3], nous fîmes connaître la présence, en plus des Goniatites et des Orthocères, de nombreux restes de Crustacés ; parmi nos fossiles, il y a aussi des restes de Poissons, un Gastéropode et un fragment de bois.

J'avais eu l'occasion de visiter le gisement à nodules phosphatés de Cabrières (Hérault) en 1927, avec l'Excursion interuniversitaire dirigée par M. Blayac et M. Daguin. A cette excursion, des restes de Goniatites indéterminables furent

1. Note présentée à la séance du 18 février 1935.
2. *Carte géologique de la France au 1/80.000e*, feuille de Foix, publiée en 1912.
3. *Comptes Rendus sommaires S.G.F.*, 3 décembre 1929, p. 236.

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

découverts dans les nodules, mais Mlle Astier, Assistante à l'Université de Poitiers, y trouva une Goniatite en bon état qu'elle voulut bien me confier et qui est une espèce nouvelle : *Pericyclus niger* Nob. En 1928, une nouvelle visite à ce gisement me valut quelques fragments d'*Aganides*. Un exemplaire de ce dernier genre, avec sutures bien conservées, se trouve dans la collection Bergeron à l'École des Mines ; deux exemplaires de *Pericyclus* de la même collection sont à la Sorbonne ; les collections de l'Université de Montpellier renferment des fragments plus nombreux de l'un et de l'autre genre dont j'eus communication au cours de 1933.

La faune des nodules phosphatés de la Montagne Noire vient d'être explorée méthodiquement par M. R. Böhm ; il en a obtenu une faune et une flore beaucoup plus riches que tout ce que l'on connaissait jusqu'à présent et qui seront décrites en détail par lui. Ces découvertes ont permis de fixer, avec plus de précision, l'âge de ces couches à nodules dans la Montagne Noire, et de les rapporter au début du Viséen, à la limite inférieure de ce sous-étage[1].

Étant donné l'état actuel de ces recherches, il m'a paru utile, à titre documentaire, et en vue de faciliter les comparaisons entre les gisements à nodules phosphatés de la Montagne Noire et ceux des Pyrénées, de publier ici la description des éléments les mieux conservés parmi les restes fossiles récoltés dans l'Ariège ; j'y ajoute celle de *Pericyclus niger* sp. nov. de Cabrières qui était demeurée manuscrite.

Goniatites.

Aganides sp.

Planche I, figures 1 et 2.

Plusieurs *Aganides* ont été trouvés à Lestanque. Aucun n'est déterminable spécifiquement, mais tous sont reconnaissables à leur suture avec selle à grande courbure sur les flancs et le lobe latéral étroit ; les autres caractères, et notamment la forme générale ne peuvent être appréciés. Le meilleur exemplaire, figuré ici, est un spécimen écrasé qui pouvait avoir 25 millimètres de diamètre ; les éléments de la suture : lobe externe simple (LE), lobes latéraux étroits et profonds (LL), sont identifiables quoique disjoints par l'écrasement. Aucune trace d'or-

1. Blayac, Bohm et Delépine. Sur l'âge des couches à nodules phosphatés du Dinantien de la Montagne Noire. *CR. Acad. Sc.*, t. 200, p. 476.

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

nementation n'est visible et je n'en ai pas observé davantage sur des exemplaires d'*Aganides* que j'ai recoltés moi-même à Cabrières ou à Rimont, ni sur ceux qui se trouvent à la Sorbonne. J'ai figuré ici celui de la collection Bergeron de l'École des Mines : il est entièrement décortiqué mais les sutures y sont bien conservées.

Merocanites sp.

Planche I, figures 4 *a*, 4 *b*.

De cette Goniatite, il n'est resté dans un nodule qu'une partie de la suture, mais celle-ci suffit pour déterminer qu'il s'agit d'un Prolecanitide, et, dans cette famille, du genre *Merocanites* caractérisé par la présence de trois lobes latéraux. Ces seuls éléments ne permettent pas de désigner l'espèce ; toutefois, les dimensions et le développement à peu près égal des trois lobes, sont des caractères qui, d'après H. Schmidt, différencient la suture de *Merocanites applanatus* FRECH, de celle de *Merocanites compressus* SOWERBY[1]. Il est donc possible que l'on ait ici un reste de *M. applanatus* FRECH, mais l'absence de toute trace de la forme générale, empêche de s'en assurer.

Le genre *Merocanites* est connu avec certitude à partir du Viséen inférieur en Angleterre et en Allemagne avec *M. applanetus* et *M. compressus*. H. Schmidt rapporte au Tournaisien supérieur *M. compressus* mais sans citer, comme preuve, un gisement qui soit repéré stratigraphiquement[2].

Münsteroceras sp.

Münsteroceras cf. *inconstans* DE KONINCK?

Planche I, figure 5.

A défaut de suture, cette Goniatite possède une forme générale et une ornementation qui permettent de la rapprocher de *Münsteroceras inconstans* DE KONINCK.

La forme est discoïde, les flancs sont aplatis, les tours embrassants, l'ombilic petit. Les dimensions de la partie conservée sont les suivantes :

Diamètre 54 mm. ; hauteur du dernier tour 25 mm. ; ombilic 7 millimètres.

1. H. SCHMIDT. Die carbon Goniatiten Deutschlands. *Jahrb. d. preuss. geol. Landes*. f. 1924, Bd. XLV, 1925, p. 539, pl. XX, fig. 13 (comparer avec *M. compressus*, *ibid.*, fig. 14).

2. M. N. MENCHIKOFF m'a communiqué un spécimen de cette espèce trouvé dans le Nord-Ouest du Sahara avec une faune du Tournaisien supérieur.

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

Au voisinage de l'ombilic, il y a de fortes côtes arrondies ayant presque l'allure de plis ; près du bord ventral, des côtes moins fortes, plus nombreuses, incurvées vers l'arrière. Cette ornementation est complétée sur toute la moitié externe des flancs par des stries longitudinales, que la photographie n'a pas rendues (pas plus que les côtes transversales près du bord ventral).

Cette ornementation, ainsi que la forme générale de la coquille, sont semblables à celles qui existent chez plusieurs spécimens de *M. inconstans* figurés par L. G. de Koninck dans la Faune du Calcaire carbonifère de la Belgique[1] : voir pl. XLVIII, figure 4 pour le calibre des côtes transversales et surtout figure 5 pour la forme générale, les dimensions et le dessin des stries longitudinales ; ce dernier spécimen est celui dont notre Goniatite de Lestanque se rapproche le plus.

Münsteroceras inconstans DE KON. est une espèce très commune dans les calcaires waulsortiens de la Belgique et en particulier au récif des Pauquys (au S de Dinant) dont la partie la plus fossilifère est à la limite entre Tournaisien supérieur et Viséen.

Münsteroceras ?

Le gisement de Lestanque nous a fourni également une autre Goniatite de grandes dimensions dont les caractères sont les suivants : forme générale discoïde, flancs aplatis ; diamètre 60 mm., largeur de l'ombilic 10 mm. ; tours très embrassants ; bord ombilical caréné, à angle droit sur les flancs.

C'est probablement un *Münsteroceras*, mais il n'y a point de suture visible, et aucune trace d'ornementation sur les flancs.

Du même gisement proviennent aussi deux exemplaires plus petits : 12 mm. de diamètre l'un et l'autre, de forme générale discoïde et avec ombilic réduit. L'un des deux a une suture de *Münsteroceras*, un ombilic un peu plus ouvert et sur les flancs des constrictions étroites et sinueuses ; ces deux traits, ainsi que ces dimensions, rappellent *Glyphioceras Rœmeri* HOLZAPFEL[2]. — L'autre spécimen a l'ombilic entièrement fermé ; plusieurs sutures sont visibles, mais seulement sur les flancs ; aucune trace d'ornementation, la surface étant très altérée. Celui-ci pourrait être aussi bien un *Pericyclus* qu'un *Münsteroceras*.

1. *Mémoires du Museum Royal d'Histoire Naturelle de Bruxelles*, 2e partie, 1880.

2. HOLZAPFEL. Die Cephalopoden fuhrenden Kalke der Untercarbon v. Erdbach. Breitscheid. Pal. *Abhl. Dames u. Kayser*. n. f. Bd. I, 1889, p. 27, pl. I, fig. 7.

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

Pericyclus niger sp. nov.

Planche I, figures 3 *a*, 3 *b*.

Diagnose. — Le spécimen type de cette espèce, qui provient de Cabrières (Hérault), a une forme discoïdale, des flancs aplatis, des tours très embrassants, l'ombilic fermé. Les dimensions sont les suivantes :

Diamètre : 30 mm. ; hauteur du dernier tour : 16 millimètres.

Les flancs sont ornés de nombreuses côtes fines, tranchantes, en moyenne 12 par centimètre au milieu des flancs, 32 pour la moitié d'un tour de spire. Ces côtes se divisent de temps en temps, en 2 ou même en 3, soit près de l'ombilic, soit au premier tiers ou au milieu des flancs. Au voisinage du bord externe, elles s'incurvent assez fortement en arrière, formant sur la partie ventrale une inflexion en V plus fermée que chez *Pericyclus Kochi* Holzaffel.

La partie conservée de la suture comprend une selle interne arrondie, un lobe largement ouvert en avant et terminé en pointe en arrière ; seulement une trace de la petite selle au fond du lobe ventral.

Rapports et différences. — Cette espèce se différencie de toutes les autres appartenant au genre *Pericyclus* par son ombilic très réduit et par le grand nombre et la division des côtes.

Aucune confusion n'est possible avec *Pericyclus Kochi* Holzapfel dont les côtes sont plus grosses et non divisées. — *Pericyclus fasciculatus* Mc Coy a des côtes divisées, mais elles sont plus fortes que celles de notre espèce ; de plus l'enroulement de la coquille est lent chez *P. fasciculatus*, où les tours sont à peine embrassants et l'ombilic de grande taille[1].

Par le calibre des côtes notre espèce se rapproche davantage de *Pericyclus impressus* de Koninck[2]. Celui-ci en diffère toutefois par un ombilic un peu plus ouvert, la présence de constrictions sur le moule interne (6 par tour de spire) et par l'absence de division des côtes.

La Goniatite la plus voisine de *Pericyclus niger* serait *Goniatites Ryckholti* de Koninck[3] à cause de la réduction extrême de l'ombilic chez cette dernière et de la finesse de ses côtes. Cependant la forme générale de *G. Ryckholti* est plus globuleuse ; son ornementation faite de côtes très fines, à peine saillantes, plus nombreuses et plus flexueuses que chez notre espèce, pourrait la faire ranger aussi bien dans le genre *Münsteroceras* que dans le

1. Voir Foord. Monograph of Carbon. Cephalopoda. *Pal. Soc.*, London, 1887, p. 135, pl. XXXVII, fig. 2 et 3.
2. de Koninck. *Op. cit.*, p. 118, pl. XLIX, fig. 3.
3. de Koninck. *Ibid.*, p. 100, pl. XLIX, fig. 6.

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

genre *Pericyclus*, le seul spécimen conservé dans la collection de Koninck est dépourvu de suture qui permette d'en faire l'attribution générique, à défaut d'autre caractère bien tranché.

Aucun des nombreux *Pericyclus* trouvés par Librovitch dans le Tian-Shan n'est semblable à nos spécimens : l'espèce à stries fines qu'il a décrite sous le nom de *Pericyclus tianshanicus* a un enroulement lent et un ombilic très ouvert [1].

J'ai désigné l'espèce nouvelle sous le nom de *Pericyclus niger* parce que ses seuls gisements connus jusqu'à présent se trouvent en France, dans la Montagne Noire.

Gisements. — Le spécimen type provient de Cabrières (Hérault). Il se trouve actuellement dans la collection de l'Université de Poitiers. M. R. Böhm en a trouvé deux autres spécimens dans les nodules phosphatés de Saint-Nazaire-de-Ladarez (Hérault) : l'un a 25 mm. de diamètre avec contour, ombilic et ornements bien conservés ; l'autre n'est qu'un fragment avec ombilic et une partie des flancs ornementés.

Crustacés.

Il y a dans les nodules de Lestanque de nombreux restes de Crustacés : fragments de carapaces, segments abdominaux et pièces de telsons dissociés. Chaque nodule contient un fragment plus ou moins grand autour duquel s'est agrégée la boue silico-alumineuse imprégnée de phosphate de chaux. Il n'y a donc point de connexions entre les pièces. Dans ces conditions l'attribution à un genre est seule possible et, au point de vue spécifique, seulement des rapprochements avec des espèces déjà connues.

Tout ce qui a pu être déterminé appartient aux Phyllocarides et se rapporte aux genres *Ceratiocaris* Mc Coy et *Dithyrocaris* Scouler ; ce dernier genre est bien connu au Carbonifère tandis que le genre *Ceratiocaris* est commun surtout au Silurien et plus rare au Carbonifère.

Ceratiocaris sp.

Planche I, figure 6, Texte, figure 1, C.

Diagnose. — Valve droite d'une carapace de forme ovale allongée rectiligne du côté interne (ligne médiane dorsale). Le bord postérieur

1. Librovitch. Lower carboniferous Cephalopoda from the Son-Kul region Comité géol., *Mat. pour la géol. gén. et appliquée.* Liv. 74, 1927, pl. I-V.

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

n'est pas bien conservé ; il paraît à peu près droit sur la pièce photographiée, mais la contre-empreinte a permis de voir qu'il est tronqué et ramené obliquement du côté interne.

Dimensions : Longueur : 50 mm. ; largeur maxima : 23 mm. Il n'y a ni trace de crête médiane, ni épine postérieure comme chez les valves de *Dithyocaris*. Je n'ai pas observé d'ornementation à la surface.

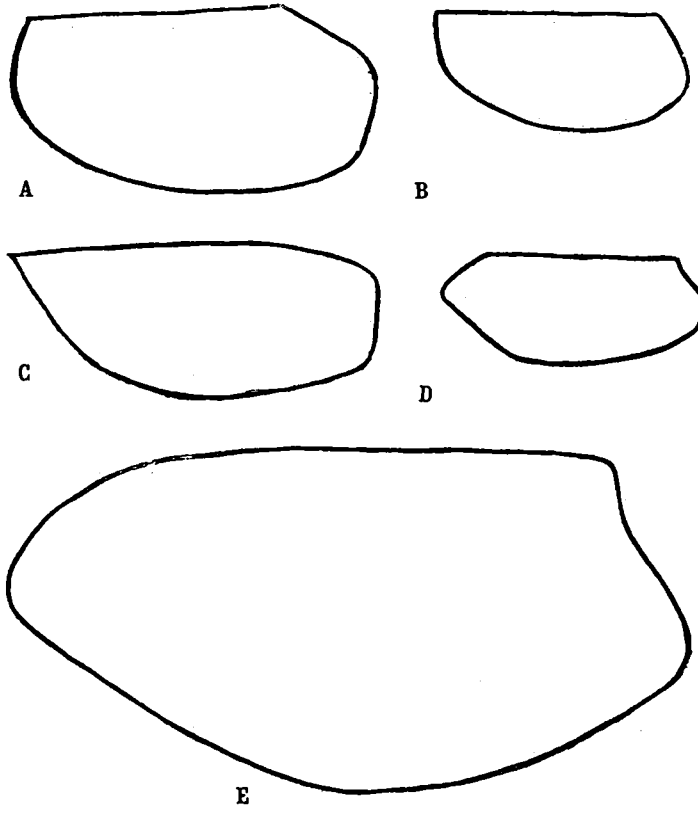


FIG. 1. — Profils de valves de Ceratiocarides.

A. *Ceratiocaris oretonensis* WOODWARD
B. *Ceratiocaris truncata* WOODW. } du Dinantien.
C. *Ceratiocaris* sp. des nodules phosphatés de Lestanque.
D. *Ceratiocaris inornata* M^c COY
E. *Ceratiocaris stygia* SALTER } du Silurien supérieur.

Les valves sont toutes orientées de la même manière : l'extrémité antérieure à gauche, la ligne médiane dorsale en haut.

Rapports et différences. — Les dimensions de notre spécimen sont les mêmes que celles de *Ceratiocaris oretonensis* WOODWARD

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

du Dinantien d'Angleterre[1]. Il diffère cependant de cette espèce et de *Ceratiocaris truncata* WOODWARD parce que le bord antérieur, chez ces deux espèces, rencontre la ligne médiane dorsale presque à angle droit en décrivant une large courbure, tandis que chez notre spécimen le bord antérieur va rencontrer la ligne médiane dorsale en formant avec elle un angle aigu (voir figure dans le texte). Ce dernier caractère apparente plutôt notre espèce avec *Ceratiocaris inornata* Mc COY, *C. stygia* SALTER et *C. papilio* SALTER, trois espèces du Silurien supérieur[2].

Gisement. — Les nodules du moulin de Lestanque m'ont fourni deux spécimens de *Ceratiocaris*; ils appartiennent probablement à une espèce nouvelle du Dinantien.

Dithyrocaris

Planche I, figures 7 à 10.

Le genre *Dithyrocaris* est représenté dans le gisement de Lestangue par 4 fragments de carapaces qui sont figurés ici à titre purement documentaire ; un seul peut être rapproché d'une espèce connue.

Planche I, figure 7. Une valve droite déformée par écrasement, longue de 52 mm., large de 25 mm. L'épine postérieure est bien marquée ainsi que partie de la crête méso-latérale. Sur la pièce originale, une trace d'ornementation est conservée : elle consiste en petites pustules arrondies, régulièrement espacées. La forme générale sub-ovoïde de la valve et ce mode d'ornementation, amènent à penser que cette valve pourrait appartenir à *Dithyrocaris granulata* W et E.[3] ; cette espèce est connue dans le Dinantien d'Écosse ; elle a été découverte par M. Carpentier dans le Calcaire de Bachant (Nord de la France) [4].

Planche I, figure 10. Partie d'une valve droite de *Dithyrocaris*, le reste demeure engagé dans le nodule, le bord interne et le bord postérieur avec l'épine postérieure sont seuls visibles.

Planche I, figures 8 et 9. Deux fragments de carapaces avec traces de crête méso-latérale.

1. R. JONES et H. WOODWARD. Monograph of the brit. paleoz. Phyllopoda. *Pal. Soc.* London. 1888, p. 50 pl. X. fig. 4,
2. JONES et WOODWARD, *op. cit.*, p. 48, pl. X, fig. 2.
3. JONES et WOODWARD, *op. cit.*, p. 142, p. XIX, fig. 5 et 6, pl. XVIII, fig. 4 et 5.
4. A. CARPENTIER. Contribution à l'étude du Carbonifère du Nord de la France. *Mém. S. G. du Nord de la France*, t. VII, p. 329, Pl. I, fig. 1-5.

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

Segments abdominaux.

Planche I, figures 13 et 14.

Une série de segments abdominaux, tous allongés. Leur surface est ornée de petites crêtes discontinues, mais disposées en alignements un peu sinueux. Ce type d'ornementation rappelle celle qui existe sur les pièces abdominales de *Ceratiocaris tyrannus* SALTER [1] du Silurien supérieur. Il y a une ornementation analogue aussi, mais avec crêtes plus allongées, sur les carapaces de *Dithyrocaris testudinea*, espèce du Dinantien [2].

Pièces de telsons.

Planche I, figures 11, 12 et 15.

Planche I, figure 11. Ce spécimen, qui a 15 × 9 mm., est orné de 3 côtes longitudinales dont la médiane forme carène.

Sur cette carène quelques fines ponctuations alignées étaient conservées. Tous ces traits rappellent l'organisation de la pièce basilaire du telson chez *Ceratiocaris*, par exemple, *Ceratiocaris bohemiea* BARRANDE [3] et *Ceratiocaris papilio* SALTER [4], 2 espèces siluriennes.

Les dimensions de cette pièce font penser qu'elle appartenait à un spécimen de très grande taille.

Planche I, figures 12 et 15. Stylets latéraux de telsons ; ils sont ornés de fines côtes longitudinales.

CONCLUSIONS.

Les conclusions à tirer, au point de vue stratigraphique, de l'étude des Goniatites et des Crustacés des nodules phosphatés de l'Ariège, ne peuvent être très précises, en l'absence de déterminations ayant valeur spécifique. Toutefois, quelques éléments peuvent aider à fixer le niveau :

1. La présence de *Merocanites* avec trois lobes latéraux bien développés. *M. compressus* Sow, et *M. applanatus* FRECH qui sont, parmi les Prolecanitides, les plus anciennes espèces connues à ce stade de développement, n'ont été trouvés jusqu'à présent que

1. JONES et WOODWARD, *op. cit.*, pl. IX, fig. 4.
2. *Ibid.*, pl. XXI, fig. 2 à 4.
3. *in* JONES et WOODWARD, *op. cit.*, pl. VI, fig. 12.
4. *Ibid.*, pl. XI, fig. 4.

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

dans des formations du Tournaisien le plus élevé et du Viséen inférieur.

2. L'ornementation du *Munsteroceras* le mieux conservé de Lestanque, l'apparente au groupe de *M. inconstans* DE KON., espèce commune dans des calcaires waulsortiens situés, en Belgique, à la limite entre Tournaisien et Viséen.

3. Parmi les Crustacés, un seul spécimen apparenté à *Dithyrocaris granulata* W. et E., peut apporter un élément d'appréciation, cette espèce étant connue dans le calcaire de Bachaut, base du Viséen dans le Nord de la France.

En attendant la découverte de nouveaux fossiles, on peut seulement conclure que les lydiennes à nodules phosphatés de l'Ariège sont d'un niveau déjà assez élevé du Dinantien, correspondant à la limite entre Tournaisien et Viséen.

Il existe donc entre ces lydiennes et les griottes sous-jacents une lacune qui équivaut tout au moins à l'ensemble du Tournaisien.

M. **Léon Bertrand** pense que certaines lacunes stratigraphiques, avec concordance parfaite des dépôts antérieurs et postérieurs à la lacune (principalement dans des aires synclinales) et sans aucune trace de ravinement ni d'altération superficielle des premiers, difficilement explicables par une émersion, pourraient peut-être correspondre à une *absence de sédimentation sans émersion*. Cette absence de dépôts pourrait, suivant le cas, résulter de causes diverses : soit, par exemple, de courants sous faible profondeur d'eau ; soit, au contraire, d'un approfondissement de la mer avec éloignement du rivage des terres émergées succeptibles de fournir les éléments d'une sédimentation terrigène active, celle des très grandes profondeurs se faisant avec une extrême lenteur en dehors de la zone terrigène.

Il rappelle, d'autre part, qu'il a indiqué depuis longtemps que certains poudingues du Carbonifère, aux environs de Fontanes (Aude), sont constitués par des amas de galets plus ou moins nombreux au milieu de schistes qui semblent n'avoir aucun caractère littoral.

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

LÉGENDE DE LA PLANCHE I

Toutes les photographies sont grandeur naturelle excepté 3 *b* et 15. Tous les spécimens proviennent du moulin de Lestanque près Rimont (Ariège), excepté ceux des fig. 2 et 3.

FIG. 1. — ***Aganides*** sp. Spécimen écrasé ; LE : lobe ventral ; LL : lobe latéral.

FIG. 2 *a-b*. — ***Aganides*** sp.
Localité : Cabrières (Hérault). École des Mines : collection Bergeron.

FIG. 3 *a-b*. — ***Pericyclus niger*** sp. nov.
2 a : grandeur naturelle ; 2 *b* : gr × 1,5.
Localité : Cabrières (Hérault). Collection de l'Université de Poitiers.

FIG. 4 *a-b*. — ***Merocanites*** sp. Sutures de Prolecanitide avec 3 lobes latéraux L_1, L_2, L_3.

FIG. 5. — ***Münsteroceras*** (*M. inconstans* DE KON.?)

FIG. 6. — ***Ceratiocaris*** sp. Valve droite.
m. d. : ligne médiane dorsale.

FIG. 7. — ***Dithyrocaris*** sp. (*D. granulata* SALTER ?)
ép. : épine postérieure ; mes. : trace de la crête méso-latérale.

FIG. 8. — ***Dithyrocaris*** Fragment de carapace avec crête méso-latérale (mes.).

FIG. 9. — ***Dithyrocaris*** ? Fragment de carapace.

FIG. 10 — ***Dithyrocaris***. Valve droite, vue de profil.
ép. : épine postérieure ; md : ligne médiane dorsale.

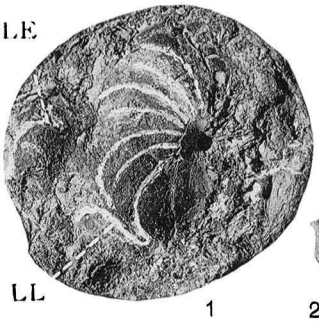
FIG. 11. — Pièce basilaire de telson. ***Ceratiocaris*** ?

FIG. 12 et 15. — Stylets latéraux de telsons de Phyllocaride.

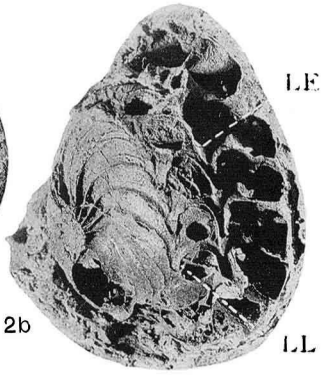
FIG. 13 et 14. — Segments abdominaux de Phyllocaride.

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

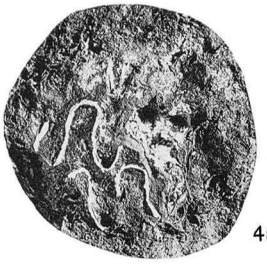
2a



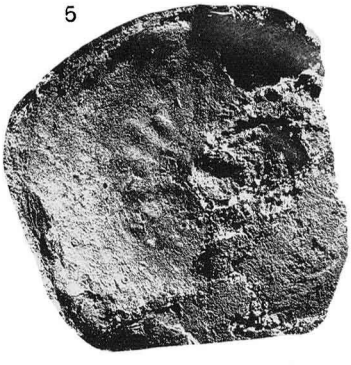
1



2b


4a

3a


5

3b
×1,5

11

12

7

8

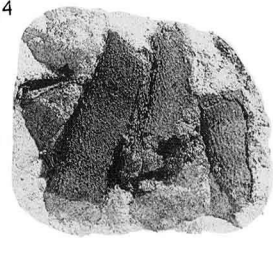
13

6

10

9

15
×3/2


14

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

Recherches paléontologiques sur quelques gisements carbonifères de la Sarthe

par **A. Carpentier, G. Delépine, H. Martel** [1].

Planches II et III.

Les gisements de Poillé, Monfrou, Épineux-le-Séguin, font partie d'nn même synclinal carbonifère orienté SE-NW [2]. L'un de nous a déjà eu l'occasion d'attirer l'attention sur la flore carbonifère de Poillé [3]. «M. Grand'Eury, notait Œhlert en 1882 [4], considère Poillé comme appartenant à la grauwacke supérieure. D'après la prédominance de la grauwacke dans les gisements exploités à l'Est de cette bande, M. Dorlhac [5] place les dépôts situés entre Poillé et Ballée dans le culm supérieur, tandis qu'il considère les gisements de la Bazouge et de Bazougers comme étant du culm moyen... Cette superposition ne nous semble pas suffisament prouvée... M. de Lapparent [6] sépare les anthracites de Ballée, Épineux, Monfrou, Poillé, de celles de la Bazouge. Leur flore, écrit-il, composée de *Calamites dubius*, *Sphenopteris Hœninghausi*, avec trois espèces de *Lepidodendron* et trois espèces de *Sigillaria* paraît les rattacher à la base de l'étage houiller. » En effet, une liste de plantes trouvées au puits de la Promenade, près Poillé, fut donnée en 1850 par Brongniart [7], mais cette liste demanderait à être vérifiée, car, sur neuf espèces citées, six déterminations sont douteuses, d'après l'auteur lui-même, et trois espèces nouvelles.

1. Note présentée à la séance du 18 février 1935.
2. Voir la Feuille de la Flèche. — D. Œhlert. *C. R. Réunion Extr. S. G. F., Bull. S. G. F.*, (4) IX, cartes n° 4 et n° 5, p. 584, 596, 1911.
3. Cf. *B. S. G. F.*, 4e sér., XXIV, p. 125-131, 1924 ; XXV, p. 363, 365, 1925.
4. D. Œhlert. Notes géologiques sur le Département de la Mayenne, p. 101. Angers, chez Germain et Grassin, 1882.
5. J. Dorlhac in *Bull. Soc. Ind. Min.*, sér. 2, X, p. 25.
6. de Lapparent. Traité de géologie, p. 764, 1882.
7. Cf. A. Brongniart. *Bull. S. G. F.*, 2e sér., VII, p. 765-67, 1850.

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

I. La flore

par A. CARPENTIER et H. MARTEL [1].

1. GISEMENT DE POILLÉ.

Il est situé au lieu-dit l'Ile, à 1 km. 300 au Nord-Est du clocher de Poillé. On y trouve dans des schistes fins grisâtres : *Equisetites? mirabilis* STERNB., *Asterocalamites*, *Stigmaria ficoides* ST., *Lepidostrobus lycopodioides* ST., *Lepidophloios*, *Sphenopteris* cf. *Sph. dicksonioides* GŒPPERT sp., cf. *Rhodea moravica* STUR, *Sphenopteris* sp.

A. ***Equisetites*? *mirabilis*** STERNB. (= ***Eleutherophyllum mirabile*** STUR) [2]. Pl. II, fig. 1 et 2.

Description. Le plus grand fragment (fig. 1) mesure 12 cm. de longueur et 3 cm. de largeur ; les entrenœuds, hauts de 10 à 11 mm., sont marqués de côtes alternant d'un entrenœud à l'autre. On remarque à droite l'empreinte d'un axe grêle, finement et nettement costulé, visible sous un espace de 33 mm.

Un autre spécimen (fig. 2) représente sans doute le moulage de quelques entrenœuds hauts de 7 à 8 mm. et les traces de gaines à bord régulièrement dentelé.

Comparaison. Ce fossile ressemble bien aux figures que Stur, Weiss et plus récemment M. Patteisky ont données de l'*Equisetites mirabilis*. On peut se demander toutefois s'il s'agit bien là d'un *Equisetum* fossile. L'axe grêle, que Stur a d'ailleurs signalé sur plusieurs de ses échantillons, plaiderait peut-être en faveur d'un épi de fructification, à comparer au *Macrostachya infundibuliformis* BRONGN. sp. (= *Equisetum infundibuliforme* BRONGN.) [3].

Distribution. On connaît ce fossile à la base des couches de Waldenbourg (Basse Silésie), dans les formations du Wagstadt inférieur et du Wagstadt supérieur (Haute Silésie) attribuées les unes au Dinantien, les autres au Namurien par M. Patteisky ; on n'a pas reconnu sa présence dans les couches inférieures d'Ostrau (Haute-Silésie) [4].

1. Nous remercions M. A. Davy, de Virville et M. Buchot, de Laval, qui nous ont accompagnés sur le terrain.

2. Voir les références dans PATTEISKY : Die Geologie und Fossilführung der Mährisch-Schlesischen Dachschiefer und Grauwakenformation. *Herausg. u. verlegt vom Naturwissenschaftlichen Verein in Troppau. C. S. R.*, S. 168, 1929.

3. Cf. JONGMANS und KUKUK. Die Calamariaceen des Rheinisch-Westfälischen Kohlenbeckens. *Mededeelingen van's Rijks Herbarium Leiden*, XX. S. 72, 1913.

4. Cf. PATTEISKY, *op. cit.*, S. 169.

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

M. Gothan [1], qui range dans le Dinantien même le Wagstadt supérieur, fait observer que l'*E. mirabilis* a dû exister durant l'Ostrau inférieur puisqu'on le retrouve dans l'Ostrau supérieur, « l'espèce apparentée » *E. waldenburgensis* ne pouvant être distinguée de l'*E. mirabilis*.

On peut donc noter que cette plante, apparue dès le Dinantien supérieur, a vécu durant le Namurien.

B. ***Lepidostrobus***. Pl. II, fig. 3, 4.

Épis qui paraissent identiques à ceux que Bureau [2] considère comme appartenant au *Lepidodendron lycopodioides* de Sternberg, espèce d'ailleurs signalée à Poillé [3].

C. ***Rhodea*** cf. ***Rh. moravica*** STUR. Pl. III, fig. 2.

Cette plante, qu'on aura l'occasion de signaler dans plusieurs des gisements étudiés, est ici à l'état fragmentaire. Quelques fructifications (sporanges ou valves) situées dans le prolongement de pennes, sont figurées, pl. III, 2 ; chaque valve ou sporange est aiguë. Le *Rh. moravica* est très fréquent dans les couches à Posidonies de Mohratal (Dinantien). Stur le signale dans le Wagstadt et l'Ostrau inférieur [4].

Dans le bassin de la Basse-Loire, on le connaît de divers gisements namuriens : *Rhodea* (*Zeilleria*) *moravica* STUR, Bureau [5].

D. ***Sphenopteris*** sp. Pl. I, fig. 5.

Rachis très solide, marqué de côtes et de cicatrices (bases d'émergences) ; folioles entières ou lobées, lobes plus ou moins cunéiformes ; cette plante rappelle assez bien la forme du *Sph. flabellata* BAILY, tel que le figure N. Arber [6] dans son Étude de la flore du Carbonifère inférieur d'Écosse.

2. GISEMENT DE MONFROU.

Les terrils se trouvent à 3 km. 600 W-SW de Poillé ; les anciens déblais du lieu-dit la Lande n'ont fourni que des fragments de *Stigmaria*. A Monfrou, des schistes fins très fissiles abondent en débris végétaux : *Archæopteridium Tschermaki* KIDST. gen. STUR sp., *Sphenopteris* cf. *dicksonioides* GŒPP., *Sphenopteris adiantoides* SCHL. (= *elegans* auct.), *Telangium* sp.

1. GOTHAN W. u. GROPP. W. Betrachtungen zur paläontologisch-stratigraphischen Gliederung des Oberschlesischen Karbons. *Sonderdr. aus der Zeitschrift der Deutschen Geolog. Gesells.* Bd. 86, H. 3. S. 187, 1934.
2. BUREAU. Flores fossiles du Bassin de la Basse Loire, p. 119, pl. XXXIV, 3-6.
3. Cf. *B. S. G. F.*, S. 4, XXV, p. 365, 1925.
4. Cf. PATTEISKY, *op. cit.*, p. 116.
5. BUREAU. Flores fossiles de la Basse Loire, p. 278. — A. CARPENTIER in *B. S. G. F.*, 4e sér., XVIII, p. 243, pl. IV, 10, 1918.
6. N. ARBER in *The Scientific Proceed. of the Royal Dublin Soc.*, XIII (N.S.), 12, p. 167 ; pl. X, 3, XI, 5, 6, 7.

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

A. ***Archæopteridium Tschermaki*** KIDSTON gen. STUR sp.[1]. Pl. III, fig. 3 et 4.

Description. Fragments de pennes à pinnules spatulées ou obovées conformes au type figuré par Stur[2] ; folioles relativement moins larges que celles des spécimens représentés par Kidston, qui réunit d'ailleurs à l'*A. Tschermaki* de Stur l'*A. Dawsoni* du même auteur, caractérisé par des pinnules plus amples ; nervation fine et dense, rachis finement striés dans le sens de la longueur, les plus larges mesurant 5 mm., dichotomes.

Aire de distribution. Espèce rare en Grande-Bretagne, l'*A. Tschermaki* a été trouvé de-çi de-là depuis le sommet de l'*Oil-Shale Group* jusqu'à la base du *Limestone Coal Group* d'Écosse[3]. En Haute Silésie M. Patteisky[4] le signale par places comme fréquent dans les couches de Mohradorf (Dinantien), en note simplement la présence dans les couches inférieures de Wagstädt et mentionne une forme apparentée vers la base des couches inférieures d'Ostrau (Namurien).

B. ***Sphenopteris*** cf. ***Sph. dicksonioides*** GŒPPERT sp[5]. Pl. III, fig. 5.

Cette plante ressemble à certaine forme figurée par Stur et Bureau[6] ; forme à pinnules ou pennes ultimes relativement larges, peu convexes, à lobe terminal largement étalé ; nervures fines, dichotomes, bien visibles sur les empreintes de la face inférieure ; rachis munis d'une ligne saillante, ornés de stries longitudinales et de barres transversales correspondant sans doute à des cicatrices de poils ; gros rachis bifurqués.

Distribution. En Basse Silésie ce fossile est fréquent dans les couches de Waldenbourg.

En Haute Silésie, M. Patteisky[7] en note la présence dans le Wagstadt inférieur et l'Ostrau inférieur (Namurien).

Dans l'Ouest de la France, Édouard Bureau le signale dans le faisceau des veines méridionales de la Tardivière (Loire-Inférieure) : il existe aussi[8] à Ardennay, lieu-dit les Malécots, com-

1. Cf. KIDSTON R. in *Mem. Geol. Surv. Great Britain. Palæontology*, II, 2, p. 182, 1923.
2. STUR. Die *Culm Flora* des Mährisch-Schlesischen Dachschiefers. *Abh. d. k. k. geolog. Reichsanstalt*, VIII, 1, S. 57, t. XII, 1, 1875.
3. KIDSTON, *loc. cit.*, p. 184.
4. PATTEISKY, *loc. cit.*, p. 304, 335.
5. Cf. H. POTONIÉ. *Abbild. u. Beschreib. fossil. Pflanzen.* Lief. I (1903), 2.
6. STUR. *Culm-Flora*, 1875, taf. XVI, fig. 4-5. — E. BUREAU. Flores fossiles de bassin de la Basse Loire, p. 100, pl. XXV, 1914.
7. PATTEISKY, *loc. cit.*, p. 131.
8. Cf. *Bull. Soc. géol. et minér. de Bretagne*, V, 1, p. 93, 1924.

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

mune de Chaudefond (Maine-et-Loire) ; dans le bassin de la Basse Loire, il se trouve localisé dans le Namurien.

C. *Telangium* sp. Pl. III, fig. 6 et 7.

Fructifications formées de quelques microsporanges (2 à 3) étroitement juxtaposés, disposées en petites touffes qui pendent à l'extrémité de minces filets.

Ces fascicules de microsporanges sont épars sur la plaque schisteuse qui porte les frondes du *Sphenopteris* cf. *dicksonioides*. On sait que les cupules séminifères de cette ptéridospermée ont été découvertes par M. Gothan[1]. Il est possible qu'on ait affaire à la fructification mâle.

3. Épineux-le-Seguin.

Le gisement du Domaine, à 800 mètres N-NE du clocher d'Épineux, a fourni des schistes fissiles à faune relativement riche. Les seuls végétaux reconnus sont : *Asterophyllites scrobiculatus* Schl. sp., *Rhodea* cf. *Rh. moravica* Stur. Des empreintes du même *Rhodea* ont été recueillies près du château de Varennes, à 3 km. E-SE du lieu-dit le Domaine[2].

Rhodea cf. *Rh. moravica* Stur. Pl. III, 1.

II. La Faune

par G. Delépine.

Dans les schistes houillers qui occupent la partie axiale du synclinal carbonifère orienté WNW-ESE depuis les environs de Poillé (Sarthe) jusqu'au N d'Epineux-le-Séguin (Mayenne), M. Carpentier a récolté des empreintes de petits Crustacés et des écailles de Poissons, appartenant à des espèces connues dans les faunes d'eau douce des bassins houillers du Nord de la France et d'Angleterre.

Voici la liste des espèces[3] ; j'y ajoute l'indication du gisement et celle de la répartition verticale connue pour chacune d'elles.

Crustacés.

Leaia tricarinata M. et W., forme *minima* Pruvost (Pruvost. Observations sur le genre *Leaia*. *A.S.G.N.*, 1914, XLIII, p. 267, pl. II, fig. 9-12, texte fig. 4).

1. Cf. Gothan. *Zeitschr. d. Deutschen Geol. Ges. Monatsberichte*, 5-7, 1919.
2. Ces documents font partie des collections de M. Buchot. On doit ajouter une référence : Zimmermann F. : Zur Kenntnis von Eleutherophyllum mirabile (Sternb.) Stur... Arbeiten aus dem Inst. für Paläobotanik (Berlin), Bd. II, 1. 1933.
3. M. P. Pruvost a bien voulu vérifier et compléter ces déterminations.

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

Des deux spécimens, le mieux conservé a une longueur de 3 mm. 2 ; l'angle que forme la carène antérieure avec la ligne cardinale est légèrement supérieur à 90°. — Cette forme naine de *L. tricarinata* est cantonnée dans la partie inférieure du Westphalien dans le Houiller du Nord de la France ; elle a été toutefois rencontrée dans le Namurien en Vendée, par M. Mathieu[1].

Localité. Ancienne exploitation de l'Ile, à l'Est de Poillé.

Estheria striata MUNSTER (Pruvost. La faune continentale du terrain houiller du Nord de la France, 1919, p. 52, pl. XXIV, fig. 20-23, texte fig. 13).

Estheria Dawsoni JONES (Pruvost, *Ibid.*, p. 55, pl. XXIV, fig. 24-28, texte fig. 15).

Ces deux espèces sont communes à la surface des plaques schisteuses recueillies par M. Carpentier ; *E. striata* reconnaissable à ses stries fines et serrées, *E. Dawsoni* à son ornementation faite de stries plus espacées et à sa plus grande largeur.

E. Dawsoni est connue dès le Dinantien en Nouvelle-Écosse (Canada) et en Écosse, mais se prolonge jusque dans le Westphalien inférieur du Nord de la France et même dans la partie inférieure de l'assise d'Anzin. — *E. striata* à la même extension verticale.

Localité. Ancienne exploitation d'anthracite au lieu-dit le Domaine, au NE d'Épineux-le-Séguin (Mayenne).

POISSONS.

Rhizodopsis sauroides WILLIAMSON (Leriche, *A.S.G.N.*, 1908, XXXVII, p. 267, pl. VII, fig. 1 ; Pruvost. Faune continentale etc., 1919, p. 383, pl. XXVII, fig. 3-6).

Cette espèce est répandue à tous les niveaux du Westphalien du N de la France. En Angleterre elle a été trouvée aussi dans les couches qui se trouvent à la partie la plus élevée du Namurien.

Localité. M. Carpentier a trouvé trois exemplaires de cette espèce au Domaine à Épineux-le-Séguin.

Strepsodus sauroides BINNEY (Leriche, *A. S. G. F.*, 1908, XXXVII, p. 269, pl. VII, fig. 2 ; Pruvost, *op. cit.*, 1919, p. 380, pl. XXVII, fig. 1-2).

Un seul fragment d'écaille a été trouvé mesurant 18 $\times$ 20 mm. ; il correspond, d'après M. Pruvost, à la partie normalement recouverte de l'écaille ; aussi l'ornementation n'a point la netteté de celle que figure cet auteur.

1. Communication de M. G. Mathieu.

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

Cette espèce, qui est rare, est connue dans l'assise de Vicoigne et dans la partie inférieure de l'assise d'Anzin dans le Nord de la France et en Angleterre ; elle n'a pas été, jusqu'à présent, rencontrée plus bas.

Localité. Le Domaine à Épineux-le-Séguin.

Megalichthys hibberti AGASSIZ (Pruvost, *op. cit.*, 1919, p. 377, pl. XXVI, fig. 23-27, texte fig. 45).

Une seule grande écaille mesurant 13 mm. de longueur et 8 mm. 5 de largeur.

Espèce à grande extension verticale, connue depuis l'assise de Flines (Namurien supérieur) jusque dans l'assise de Bruay (Westphalien supérieur).

Localité. Le Domaine à Épineux-le-Séguin.

Coelacanthus mucronatus PRUVOST (Pruvost, *op. cit.*, 1919, p. 39, pl. XXVII, fig. 23-28).

Deux écailles incomplètes, auxquelles manque la pointe spéciale à cette espèce dont elles ont toutefois l'ornementation, légèrement distincte de celle de *C. elegans* NEWBERRY.

Espèce connue jusqu'à présent dans l'assise de Flines et dans l'assise de Vicoigne.

Localité. Monfrou, à l'Est d'Épineux-le-Séguin (Mayenne).

Le tableau ci-dessous rappelle l'extension verticale, connue jusqu'alors, des sept espèces récoltées dans le synclinal carboni- d'Épineux-Poillé.

Étages	Assises	*Leaia minima*	*Estheria striata*	*Estheria Dawsoni*	*Rhizodopsis sauroides*	*Strepsodus sauroides*	*Megalichthys hibberti*	*Coelacanthus mucronatus*
WESTPHALIEN	Bruay Anzin Vicoigne							
NAMURIEN	Flines Chokier							
DINANTIEN	Viséen Tournaisien							

Des crustacés et poissons qui ont pu être déterminés, cinq espèces sur sept sont seulement connues jusqu'à présent dans le Namurien supérieur et au Westphalien ; les deux *Estheria* ont une extension verticale plus grande, allant du Viséen au Westphalien inférieur.

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

III. Conclusions.

1. La florule d'Épineux est trop pauvre pour permettre d'en fixer l'âge : les deux plantes reconnues sont identiques à deux des espèces du gisement du bois Gamats, près Laval, dont l'âge viséen a pu être daté d'après la faune marine ; les deux espèces en question se retrouvent d'ailleurs dans le Namurien.

La faune des schistes d'Épineux peut indiquer le Namurien et peut-être la base du Westphalien.

2. Les associations végétales de Monfrou et de Poillé marquent des tendances dinantiennes et namuriennes ; la flore indiquerait donc un âge Namurien inférieur. La présence de *Leaia tricarinata*, f. *minima* à Poillé, du *Coelacanthus mucronatus* à Monfrou plaide en faveur du *Namurien supérieur* ou Westphalien inférieur.

3. Dans l'ensemble, la flore paraît dénoter un âge un peu plus ancien que la faune.

Il est possible que certains animaux d'eau douce aient apparu ici plus tôt que dans le bassin houiller du Nord.

De plus, les fossiles ayant été recueillis en bloc sur les déblais près des anciens puits d'extraction, il peut se faire qu'il y ait mélange de fossiles appartenant à des horizons successifs. L'étude stratigraphique des affleurements pourra seule trancher cette question.

EXPLICATION DES PLANCHES II ET III

PLANCHE II [1].

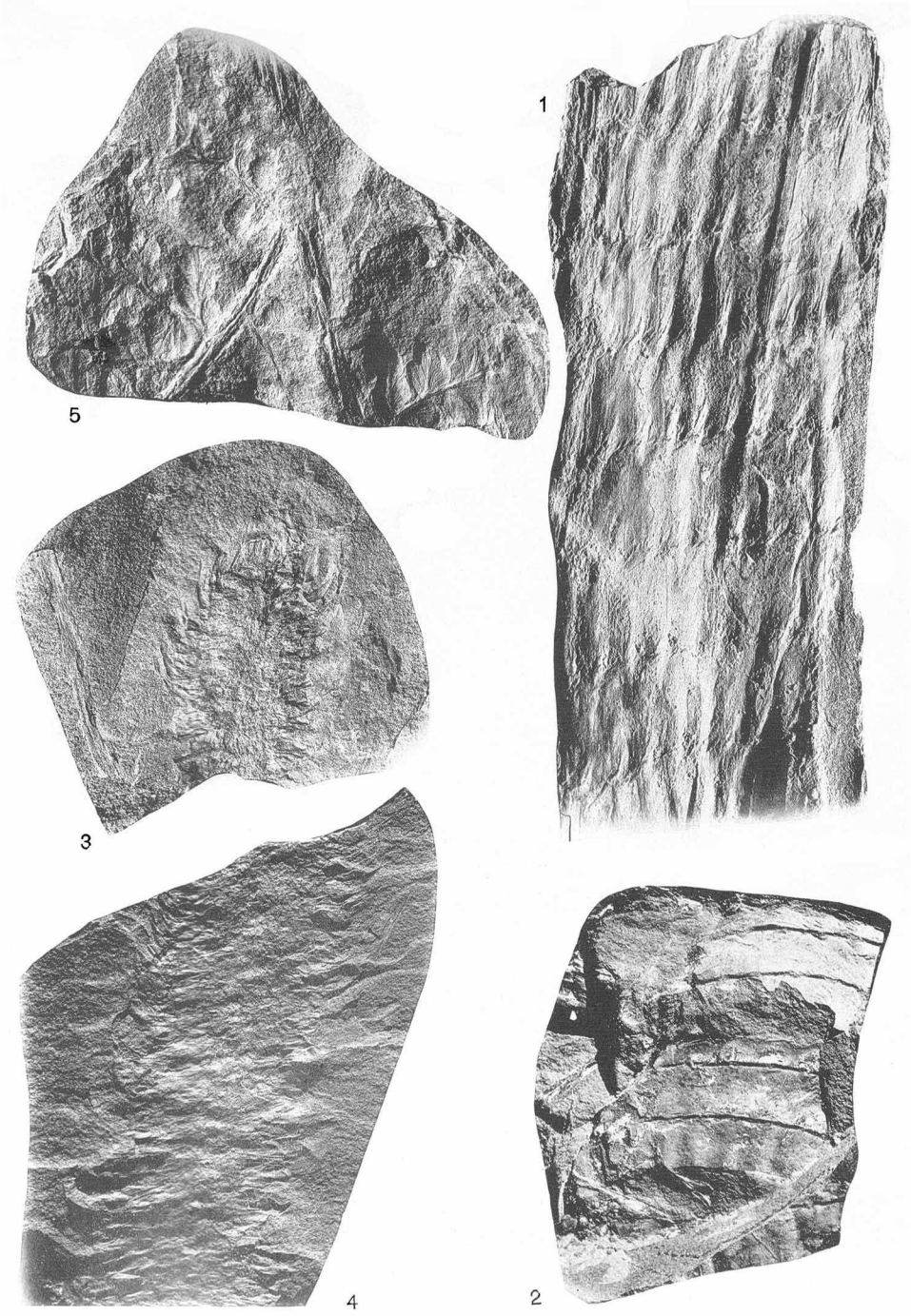
FIG. 1 et 2. — ***Equisetites ? mirabilis*** ST. Gr. 25/20 et nature.
FIG. 3 et 4. — ***Lepidostrobus*** sp. Gr. 7/5 et 6/5.
FIG. 5 — ***Sphenopteris*** sp. Cf. ***Sph. flabellata*** BAIL. Gr. 6/5.

PLANCHE III

FIG. 1 et 2. — ***Rhodea*** cf. ***Rh. moravica*** STUR. Gr. 3/1 et 2/1.
FIG. 3 et 4. — ***Archaeopteridium Tschermaki*** KIDST. gen. Stur. sp. Gr. 5/4 et 2/1.
FIG. 5. — ***Sphenopteris*** cf. ***Sph dicksonioides*** GŒP. Gr. 4/3.
FIG. 6 et 7. — ***Telangium*** sp. Gr. 3/1.

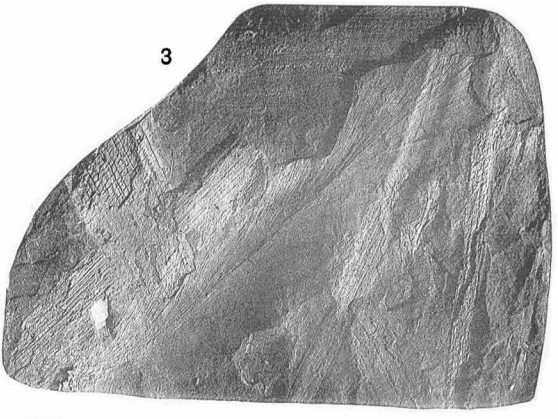
1. Nous remercions MM. Paul et Alfred Leblanc pour l'aide apportée dans la préparation des clichés.

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

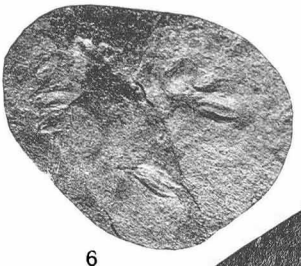


Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

1

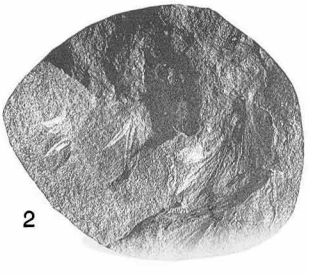


3



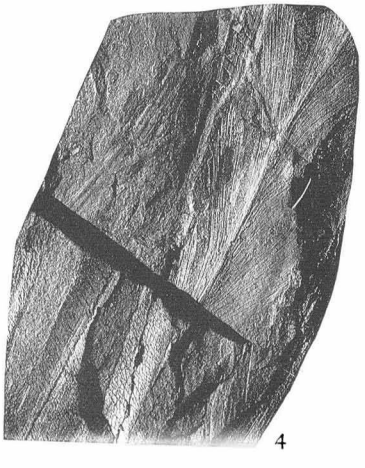
6

7



2

5



4

Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

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

Un cas curieux et complexe d'évolution d'un réseau hydrographique en rapport avec les glaciations du Cantal

par Mlle **Y. Boisse de Black** [1].

La région où ce cas a été étudié est comprise dans un rectangle de 14 km. de longueur sur 8 de largeur au bord nord de la carte d'état-major au 80.000e de Mauriac, aux environs de Riom-ès-Montagnes.

Les principales rivières qui arrosent cette région, et qui ont été l'objet des vicissitudes que je décrirai, sont : la petite Rhue, la Véronne, le ruisseau de Mazou.

On sait que les géologues ou les géographes qui ont étudié le glaciaire du Cantal n'ont pas tous été du même avis sur le nombre des glaciations qui ont affecté ce massif. Certains d'entre eux, tels que M. Marcelin Boule [2-3], ont supposé qu'il y avait eu deux glaciations sans repousser catégoriquement l'idée qu'il ait pu en exister une troisième. M. Meynier, dans son étude sur le glaciaire du Cantal [4], s'est rattaché à l'opinion de ce savant.

D'autres géologues, tels que Ph. Glangeaud, M. P. Marty et l'auteur de ces lignes, ont plutôt adopté l'idée que trois périodes glaciaires s'étaient succédées dans le Cantal.

Un argument de plus en faveur de cette opinion me paraît apporté par les observations hydrographiques que j'ai faites aux environs de Riom-ès-Montagnes.

M. Marty et M. Meynier [5-6] avaient déjà observé la capture de la Petite Rhue à Sapchat; mais je crois utile de revenir sur ce que ces auteurs en ont dit, car une analyse plus détaillée du terrain

1. Note présentée à la séance du 18 février 1935.

2. La Topographie glaciaire en Auvergne. *Ann. de Géogr.*, 5e année, n° 21, p. 277.

3. Les glaciers pliocènes et quaternaires en Auvergne. *CR. Ac. des Sc.*, 2 décembre 1895.

4. Les anciens glaciers du massif du Cantal. — Éditions U. S. H. A., Aurillac, 1931.

5. Marty et Laurent. Flore pliocène des hautes vallées de la petite Rhue et de la Véronne (Cantal). *Ann. du Musée d'Hist. Nat. de Marseille.* T XXI, 1927.

6. *Loc. cit.*

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

m'a amenée à en tirer des conclusions plus nombreuses et surtout plus générales.

Les hauts plateaux qui sont compris dans le rectangle délimité ci-dessus portent tous des traces de dépôts glaciaires, notamment le plateau de l'Estampe entre la petite Rhue et la Véronne, et le si curieux plateau de Pons avec ses lacs de barrages morainiques, ses *rock-basins*, ses moraines éparses et confuses, qui alternent étrangement avec des buttes choquées de gneiss.

Par contre, les vallées actuelles n'ont pas toutes l'empreinte du modelé glaciaire ; citons entre autres, la Véronne, de la Maisonnette 347 à son confluent avec la petite Rhue, et cette dernière rivière depuis ce confluent jusqu'à celui du ruisseau de Jointy.

Premier tracé des glaciers
(Consulter la carte n° 2).

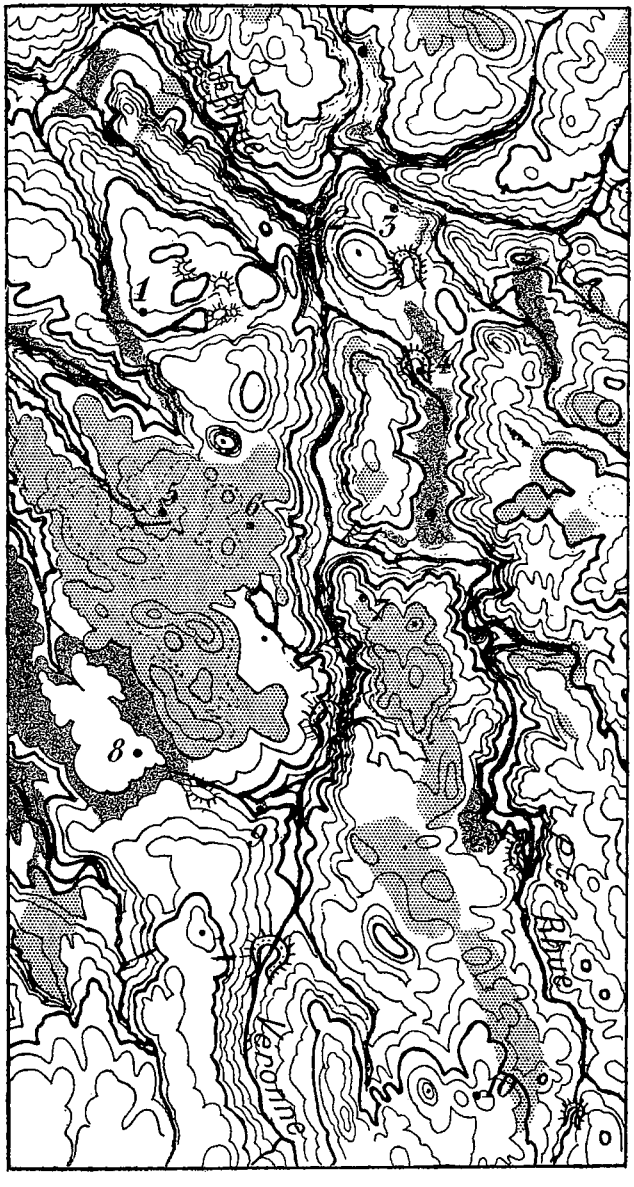
La topographie des environs de Riom-ès-Montagnes indique nettement que les dépôts glaciaires ont dû recouvrir presque totalement les plateaux de cette région en formant une vaste calotte glaciaire du type inlandsis, cependant un examen attentif du terrain révèle que la morphologie antérieure au premier glaciaire comportait un ensemble de dépressions E-W le long desquelles les dépôts sont particulièrement bien conservés, dépressions dont la continuité a été rompue par le creusement postérieur de la Véronne et de la petite Rhue.

Je ne citerai ici que les exemples les plus typiques : le plateau de l'Estampe, où les lacs glaciaires et leurs dépôts se raccordent manifestement, par dessus l'actuelle vallée de la Véronne, à ceux du plateau de Pons ; la vallée de Mont-de-Bélier dont la position est, sans contredit, la preuve la plus nette de l'orientation des anciens axes hydrographiques.

En effet, un petit lac, barré par des dépôts glaciaires, s'est formé au-dessus du village de Mont-de-Bélier, sur du granite à deux micas érodé entre deux sommets basaltiques, dont les flancs ont la forme en U caractéristique des vallées glaciaires. Celle dont il s'agit ici se prolonge à l'amont vers l'E par deux vallons ; l'un orienté E-W aboutit à un col creusé dans le granite, qu'emprunte le chemin de Mont-de-Bélier à Jointy ; l'autre s'embranche sur celui-ci au N et rejoint le vallon d'Arbrifol. L'un et l'autre ont certainement été envahis par la glace, car deux petits drümlins se dressent à l'amont du lac et deux bour-

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

CARTE AU 1:100.000e DES DÉPÔTS GLACIAIRES
AUX ENVIRONS DE RIOM-ÈS-MONTAGNES.



Dépôts de la première période glaciaire.

Dépôts des deuxième et troisième périodes glaciaires.

1. Mont-de-Bélier. — 2. Coin de Soutro. — 3. Coin Mitoyen et Coin de Soubro. — 4. Jointy. — 5. Pons. — 6. Journiac. — 7. Chabourlioux. — 8. Saint-Angeau. — 9. Riom-ès-Montagnes. — 10. Apchon.

Explication des signes p. 89.

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

relets morainiques s'observent dans le vallon d'Arbrifol, non loin du village. Mais ce n'est pas tout : en contre-bas du sommet basaltique de Mont-de-Bélier, sur le granite et au flanc droit du lac, à 30 m. plus haut que lui, j'ai observé des cailloutis de nature variée, contenant la plupart des roches volcaniques du Cantal, notamment des andésites porphyriques et des andésites de type banal.

Il n'est pas possible que ces cailloutis aient été déposés là par un cours d'eau ou un glacier de direction SN, car des sommets plus élevés que ceux de Mont-de-Bélier barrent les passages possibles au S. D'autre part, comme les types des roches trouvées dans les cailloutis n'existent que dans une région située à l'E de ce point, il faut supposer qu'un glacier très ancien, puisque ces dépôts sont suspendus à 200 m. au-dessus des talwegs actuels, et de direction EW, a traversé ce plateau. Les dépôts que j'ai observés, par exemple à Jaladis (1.008 m.), au-dessus de Vézols, à l'Est, ont dus être déposés par le même glacier. Tout porte à croire aussi que les dépôts glaciaires du plateau, entre Lochère et Sapchat, dont l'altitude correspond à ceux des Crozes (890 m.), ont été déposés par un glacier parallèle à celui de Mont de Bélier et à celui de l'Estampe et des Granges. Ce troisième glacier devait être coalescent aux environs de Pons, avec celui venant des Crozes ; l'un et l'autre, après leur jonction, s'échappaient vraisemblablement par une vallée S-N en direction de Mazou, Mont-de-Bélier.

Enfin un quatrième glacier, orienté à peu près SE-NW, devait provenir du plateau d'Apchon et cheminait par la dépression de Riom, Saint-Angeau, etc., qui probablement était moins profonde que celle empruntée aujourd'hui par la route de Riom à Mauriac.

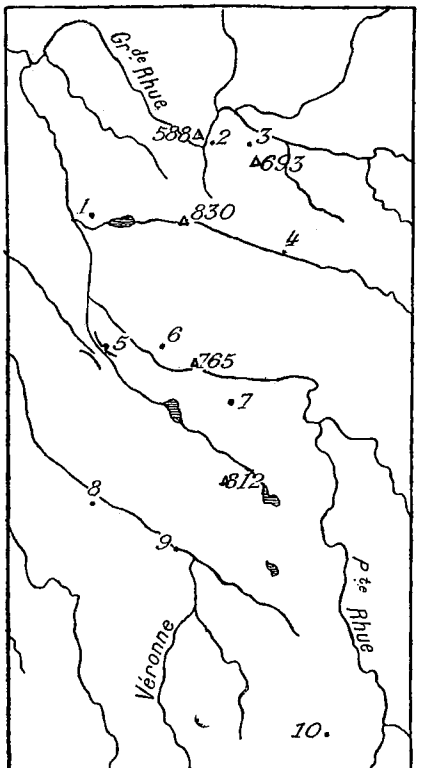
Changement de direction des axes après le retrait du premier glacier

(Consulter la carte n° 3).

Les premiers glaciers, en se retirant, laissèrent à découvert des plateaux à reliefs peu accusés, à vallées peu profondes, puisque dans cette région, la mieux dessinée d'entre elles, la vallée de Mont de Bélier n'avait qu'une quarantaine de mètres de profondeur. Un rajeunissement du relief, conséquence d'une reprise de l'érosion, s'ensuivit et les vallées furent creusées de 100 à 150 m, en contre-bas des plateaux, une série de captures modifia alors complètement la direction des axes hydrogra-

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

2



Échelle des deux cartes 1 : 150.000e.

Carte n° 2 : Direction des axes hydrographiques avant la première glaciation.

Carte n° 3 : Changement de direction des axes après le retrait du premier glacier.

Ancienne vallée glaciaire ou vallée sèche.

Moraine frontale.

Drümlin.

Côte d'altitude.

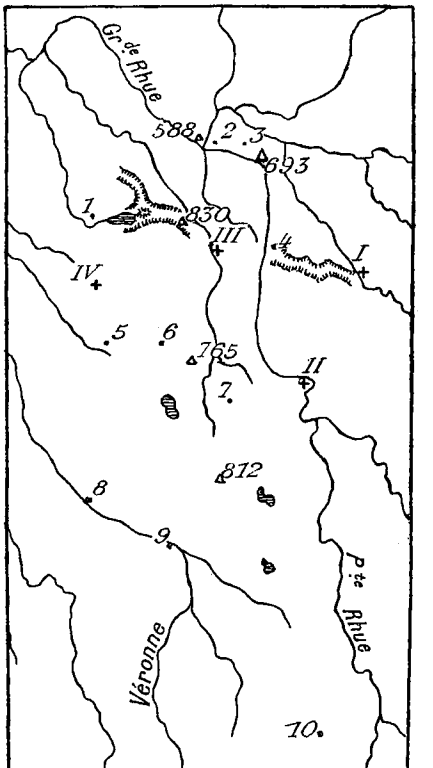
Col de diffluence.

Lieu de capture.

I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, lieux de captures, le chiffre romain renvoie à la capture décrite dans le texte.

Les chiffres arabes indiquent l'emplacement des localités désignées sous la carte n° 1.

3



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

phiques primitifs : c'est ainsi que de petits affluents de rive gauche de la Rhue arrivèrent, en reculant leur tête, à capturer,

I. Le ruisseau de Saint-Amandin.
II. La petite Rhue à Sapchat.
III. La vallée de Mont-de-Bélier, sous le col précité par le ruisseau de la forêt d'Algère.
IV. La capture du ruisseau de Mazou par un ruisseau venant de Saint-Étienne-du-Chomeil a dû aussi se produire au cours de cette période interglaciaire.

La route de Riom à Saint-Étienne-du-Chomeil, par le plateau de Pons, traverse entre Pons et la descente dans la vallée du ruisseau de Saint-Étienne, un plateau où les amas morainiques alternent avec les buttes choquées de gneiss, qui indiquent de toute évidence le passage d'un glacier. Ces dépôts sont comme coupés au couteau, par l'entaille en V du petit ruisseau qui prend sa source près de Journiac, sous le sommet basaltique 1005 ; mais ils se rattachent, par-dessus cette entaille, aux dépôts glaciaires des environs de Mazou. Le glacier entre la Lobie et Pons devait donc rejoindre l'ancienne vallée glaciaire de Mont-de-Bélier, par la dépression de Mazou, et diffluait d'autre part en direction de Saint-Étienne-du-Chomeil, par le Soulou (ruisseau de Vaisse-Redonde). Enfin, au cours de cette période interglaciaire, la dépression de Riom fut approfondie, mais garda sa direction primitive.

Deuxième période glaciaire.

Une deuxième glaciation succéda à cette période interglaciaire, au cours de laquelle les talwegs furent ainsi profondément creusés. A cette époque, les glaciers du Cantal, au lieu d'être pour la plupart coalescents au point de former une immense calotte glaciaire dont la monotonie n'était rompue que par quelques « nunataks », comme cela était réalisé lors de la première glaciation, empruntèrent, au contraire, certains des talwegs plus profonds et mieux individualisés, dont les têtes remontaient assez loin au cœur du massif et assez haut pour être alimentés par des névés. Tel était le cas du glacier de la vallée de Riom, dont un vestige est le drümlin de « Chez Pote », et tel était aussi le cas pour la vallée de Cheylade, qui s'échappait alors par Sapchat, Jointy et aboutissait à la grande Rhue, à

1. Les chiffres romains du texte correspondent ux chiffres romains indiqués sur les cartes à l'emplacement approximatif de ces aptures.

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

Coin Mitoyen ; ce dernier glacier déposa une moraine frontale de plus de 80 m. de hauteur, dont la base est à environ 100 m. au-dessus de la Rhue actuelle.

Les autres vallées qui ne pénétraient pas assez loin dans le massif continuaient alors à être actives et approfondissaient leur talwegs, tel le ruisseau de la forêt d'Algère qui reculait sa tête en bifurquant d'une part en direction de la Molier, de l'autre en direction du moulin de Sapchat, tandis qu'un petit affluent de la Rhue, le ruisseau de Jointy, approchait de la petite Rhue aux abords de ce village.

Deuxième période interglaciaire
(Consulter la carte n° 4).

Une nouvelle régression glaciaire survint et cette fusion des glaces, combinée avec un abaissement du niveau de base ou avec des mouvements du sol, fut de nouveau accompagnée et suivie d'une reprise de l'érosion dans toute les vallées. Mais celles qui avaient été jusque-là protégées d'un manteau de glace se trouvaient en retard dans leur évolution, par rapport à celles qui en avaient été dépourvues ; l'approfondissement des talwegs fut durant cette période très inégale, selon les vallées envisagées.

La différence d'altitude entre des dépôts glaciaires ou alluviaux de la 2e et de la 3e période glaciaire, varie selon les points. Elle peut n'atteindre par exemple qu'une cinquantaine de mètres, comme aux environs de Riom, entre le drümlin de « Chez Pote » et le talweg actuel de la Véronne, ou au contraire une centaine de mètres comme entre la moraine de Coin de Soubro et le talweg actuel de la Rhue.

C'est à cette époque qu'eurent lieu probablement :

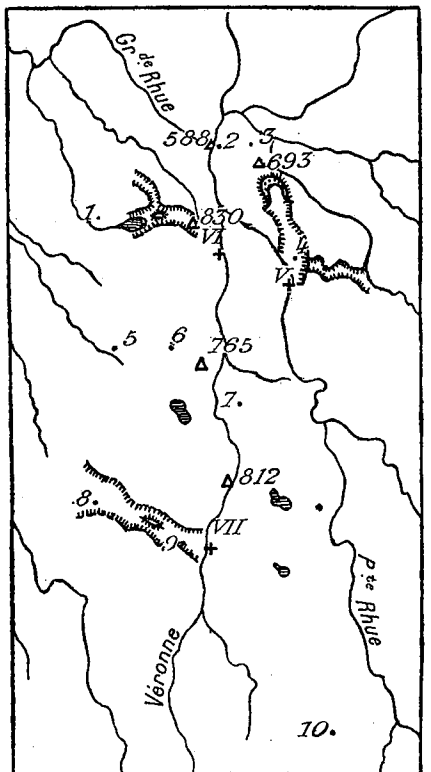
V. La capture de la petite Rhue par le ruisseau de Jointy.
VI. La capture du ruisseau d'Algère par un ruisseau venant de Coin de Soutro.
VII. La capture de la Véronne aux environs de Riom-ès-Montagnes.

V. Comme je l'ai indiqué sur la carte n° 3, la vallée de Cheylade pendant la deuxième période glaciaire était NS, de sa source jusqu'à son confluent avec la grande Rhue. Ce ne fut que pendant le deuxième interglaciaire que son cours inférieur commença à s'infléchir vers l'W ; en effet, le ruisseau qui débouche à Coin de Soutro et qui correspondait au cours inférieur de la Véronne, recula la tête de l'un de ses affluents en direction de Jointy où il atteignit l'ancienne petite Rhue, dont les dépôts au cours de la dernière période glaciaire s'accumulèrent dans ce nouveau talweg en donnant la moraine de Coin de Soutro, et la morains stadiaire de retrait de Jointy.

VI. Le chemin d'Arbrifol à Jointy traverse, entre le rebord du plateau et la

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

4



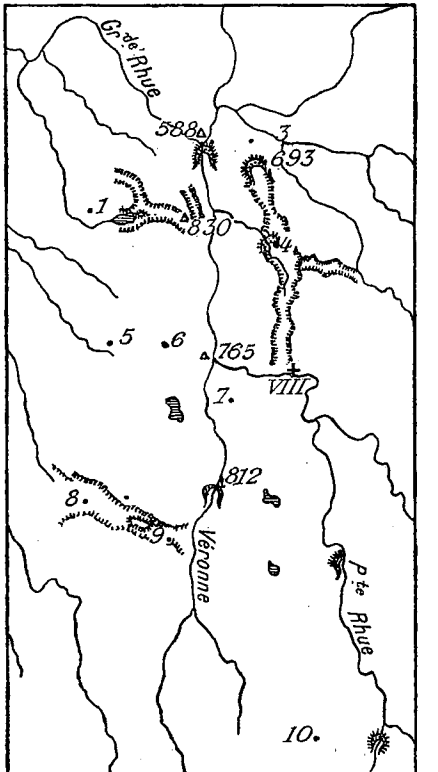
Échelle des deux cartes 1 : 150.000e.

Carte n° 4 : Changement de direction des axes au cours de la druxième période interglaciaire

Carte n° 5 : Réseau hydrographique actuel.

(Voir l'explication des nos et des signes aux cartes 1, 2 et 3, p. 89).

5



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

Troisième période glaciaire.

A ces modifications du réseau hydrographique succéda une nouvelle glaciation qui laissa des dépôts dont certains sont au niveau des talwegs actuels, du nombre de ces dépôts est la moraine de Coin de Soutro de plus de 80 m. de hauteur, à la base de laquelle la Rhue a déposé des alluvions découpées en terrasse d'une vingtaine de mètres de hauteur par le talweg actuel. Citons aussi la moraine de la Véronne sous la Molier qui a au moins 40 m. de hauteur et se trouve engagée dans la vallée actuelle, enfin la moraine de Jointy qui peut être considérée comme une moraine résultant d'un stade de retrait de la dernière période glaciaire du Cantal.

A partir de l'emplacement de ce village, le glacier, au fur et à mesure de son retrait, déchargea une énorme quantité de dépôts qui comblèrent la vallée; il n'est pas exagéré d'évaluer leur épaisseur à environ 75 m.[1] En effet, le moulin de Sapchat est à 719 m., et les dépôts glaciaires du fond de la dépression, entre Sapchat et Jointy, atteignent 790 m.; les alluvions glaciaires qui comblent celle-ci ont donc un fort tonnage, car la vallée était aussi large que profonde. Nous avons ici un exemple remarquable d'une sorte d'inversion de relief produite par le retrait d'un glacier.

petite Rhue une dépression accrochée au flanc du versant et séparée du talweg par une ligne continue de crêtes bien indiquée sur la feuille d'État-Major au 80.000e, son fond humide et sa direction dans le prolongement du ruisseau de la forêt d'Algère m'ont fait supposer que le bas cours de la petite Rhue, à un cycle d'érosion antérieur au cycle actuel, s'échappait entre Jointy et Mont de Bélier vers la grande Rhue par ce vallon qui débouchait dans le collecteur principal la Rhue comme le ruisseau actuel de la forêt d'Algère à Vaussaire. Plus tard, un petit affluent de gauche de la grande Rhue, en reculant sa tête, captura tout le cours supérieur de la Véronne et amena ses eaux plus directement dans la grande Rhue par un cours SN.

VII. — La vallée de la Véronne qui avait au cours de la deuxième période glaciaire conservé sa direction EW parallèle aux axes des vallées glaciaires de la première période, fut atteinte aux abords de Riom par un affluent régressif de la grande Rhue qui captura l'ancien cours EW en l'entraînant plus directement vers le N par le nouveau talweg. A la glaciation qui suivit les moraines s'engagèrent dans le nouveau talweg, mais ne dépassèrent que d'un ou deux kilomètres la latitude de Riom.

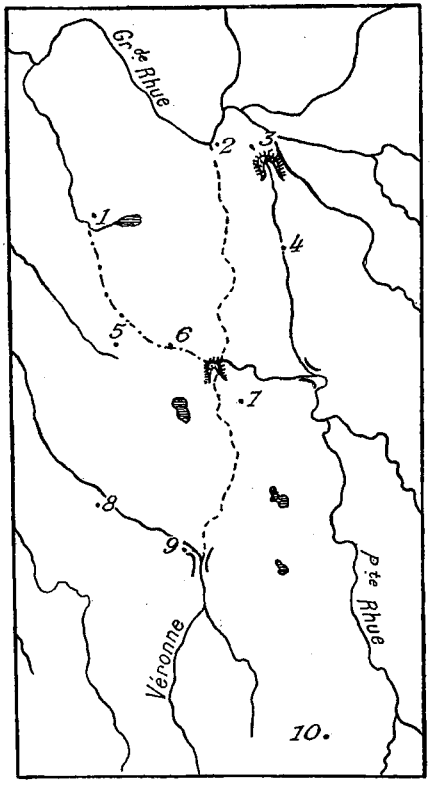
1. C'est sans doute à la méconnaissance du tonnage qu'ont pu atteindre les matériaux qui ont été transportés par les glaciers du Cantal qu'est due la catastrophe survenue, lors de la construction de la ligne du chemin de fer de Bort à Neussargues. Pendant le percement du tunnel qui traverse, près de l'Estampe, le plateau entre la petite Rhue et la Véronne, un éboulement inattendu ensevelit quelques ouvriers. Je présume qu'il a dû se produire à la traversée des dépôts meubles de l'ancien glacier qui recouvrait le plateau.

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

Lorsque ce glacier de la vallée de Cheylade eut reculé à l'amont du moulin de Sapchat, la petite Rhue fut capturée une deuxième fois (VIII), en ce point par un petit ruisseau en direction des axes hydrographiques primitifs, c'est-à-dire est-ouest.

Hypothèses sur l'origine de certains dépôts (Consulter la carte n° 6).

J'ai observé aussi d'autres dépôts fluvio glaciaires, dont la position et l'origine prêtent à de multiples interprétations. Dans



Carte n° 6 : Cours hypothétiques des glaciers au cours de la deuxième période glaciaire.

Echelle 1 : 150.000e.

— · — · — · — Tracé hypothétique de la Véronne au cours de la deuxième période glaciaire.

— — — — — Tracé hypothétique de la petite Rhue au cours de la deuxième période glaciaire.

le chemin des Crozes à Sapchat, j'ai remarqué la présence d'une moraine sur le flanc gauche de la vallée ; la base de ces dépôts est à 765 m., c'est-à-dire environ à 65 m. au-dessus du confluent de la petite Rhue et de la Véronne ; d'autre part quelques dépôts glaciaires s'observent sur le versant droit de la petite Rhue, entre le pont de Sapchat et ce confluent. Il n'est pas possible de savoir si ces dépôts sont bien en place, ou s'ils proviennent

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

de moraines des plateaux remaniées par le ruissellement. Il pourrait s'agir là de dépôts de la deuxième période glaciaire du Cantal, qui auraient été abandonnés par un petit glacier diffluent de la branche principale de la petite Rhue. Celle-ci s'écoulait certainement vers Coin de Soutro, tandis que celui-là aurait suivi en partie le tracé actuel de la petite Rhue dont le profil était fluviatile à partir de ce point. Dans ce cas, la capture de la petite Rhue à Sapchat ne serait pas aussi tardive que dans l'interprétation que j'ai figurée (fig. 5).

Il se pourrait aussi que ces dépôts appartinssent à une branche diffluente de la Véronne, de la deuxième période glaciaire et qu'ils représentent les restes de la moraine frontale de cette branche. On pourrait supposer également, mais de façon moins vraisemblable, que le glacier de la petite Rhue lançait à cette époque une branche vers le Mazou par Journiac et que ces dépôts, entaillés par la petite Rhue, sont le comblement d'un ancien talweg approfondi pendant la première période interglaciaire et comblée pendant la deuxième période glaciaire ; on aurait alors ici un fait comparable au remplissage de la vallée de Sapchat au cours du retrait du troisième glacier.

Conclusions.

J'espère avoir montré, par les quelques détails et la figuration que j'ai donnés, tout l'intérêt que présente dans cette région l'étude des dépôts glaciaires, ainsi que la difficulté d'interprétation à laquelle on se heurte parfois et la multiplicité des solutions que l'on peut proposer pour expliquer le terrain.

Étant donné l'importance du tonnage transporté par les glaces, on se demande souvent si les dépôts morainiques que l'on pourrait prendre en surface pour de simples placages ne représentent pas, au contraire, les comblements importants masquant des talwegs profonds.

Je considère cependant que l'explication que j'ai donnée est l'une des plus plausibles, dans l'ensemble, et à part quelques erreurs de détail, qu'il est difficile d'éviter dans un travail de ce genre, sur l'âge à attribuer à certaines captures, je crois avoir accumulé un nombre suffisant d'observations pour donner les quelques conclusions générales suivantes :

1) Il y avait au N du Cantal, à la première période glaciaire un ensemble d'axes hydrographiques EW bien dessinés, puisqu'on y observait des vallées, comme celles de Mont-de-Bélier, parallèle à la grande Rhue. Celle-ci était une vallée de commis-

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

sure établie à l'intersection des laves du Mont-Dore et du Cantal là où elles se rejoignaient entre les deux massifs.

Dès cette époque la Rhue était un collecteur qui devait couler à environ 200 m. plus haut que son talweg actuel, de même que les dépôts de Mont-de-Bélier sont à environ 200 m. plus haut que le talweg de la petite Rhue.

2) L'étendue, la répartition des dépôts prouvent que les glaciers de la première période étaient coalescents et ne laissaient entre eux que de rares « nunataks ». Le Cantal était alors, au début du Quaternaire, recouvert presque entièrement d'une calotte glaciaire probablement contemporaine de l'époque de l'*Elephas meridionalis*[1], époque qui correspond sans doute au Milazzien des terrasses de la vallée du Rhône.

3) Une phase interglaciaire au cours de laquelle les talwegs furent approfondis de 100 à 150 m. environ succéda au retrait de cette glaciation, par contre au cours de la deuxième phase interglaciaire, le creusement n'atteignit que 50 à 100 m. La valeur du creusement qui s'est effectué au cours du premier épisode interglaciaire du Cantal concorde avec les observations de P. Penck et Brückner[2] qui avaient constaté que le creusement Mindel-Riss avait été plus important dans les Alpes que celui de la période Riss-Würm, d'où ils avaient conclu, sans doute trop hâtivement, à la plus longue durée de la première de ces périodes interglaciaires.

Dans le Massif Central, comme dans les Alpes, le creusement qui eut lieu au cours de la première période interglaciaire a été plus important que celui qui eut lieu au cours de la seconde.

4) La deuxième période glaciaire déchargea ses dépôts dans les vallées nouvellement creusées, en formant les moraines de Coin Mitoyen, Coin de Soubro (vallée de l'ex-petite Rhue) de Chez Pote (vallée de l'ex-Véronne) : ces moraines sont les unes à 100 m., les autres à 50 au-dessus des talwegs.

Je suppose que ces dépôts morainiques intermédiaires entre ceux des plateaux et ceux du fond des talwegs actuels doivent

1. Y. Boisse de Black. Recherches sur les alluvions mindéliennes dans la haute vallée de la Cère et sur le plateau de Lacapelle Barrez. *CR. Ac. Sc.*, 19 déc. 1921, t. 173.

2. Die Summe geologischer Arbeit, die in der Mindel-Riss Interglazial zeit gelesteit worden ist, ist so viel grösser als die in der Riss Würm Interglazialbewirkt, dass wir zu Annahme einer höchst unwhar scheinlichen Potenzierung geologischer Kräfte in jener Epoch greifen müsten, wen wir beiden Epochen als gleiche lang betrachten wolten. — A. Penck. *Chronologie des Eiszeitalters in der Alpen* (in die Alpen ins Eiszeitalters, p. 1161).

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

correspondre à la période de l'*Elephas antiquus*, *Rhinoceros Merckii*, c'est-à-dire à un niveau compris entre le Thyrrénien (terrasse de 30 m.) et le Monastirien (terrasse de 15 m.) de la Méditerranée[1]. Étant donné l'altitude des moraines de Coin de Soubro et de Coin Mitoyen au-dessus des talwegs nous sommes donc amenés à admettre, ce qui n'a rien d'étonnant puisque nous nous trouvons dans une région montagneuse, qu'il y a eu des causes de perturbations à rechercher dans l'évolution des cours d'eau du Cantal.

ALTITUDE DES DÉPÔTS GLACIAIRES OBSERVÉS PAR RAPPORT AUX TALWEGS ACTUELS ET ÉPAISSEUR DE CES DÉPÔTS.

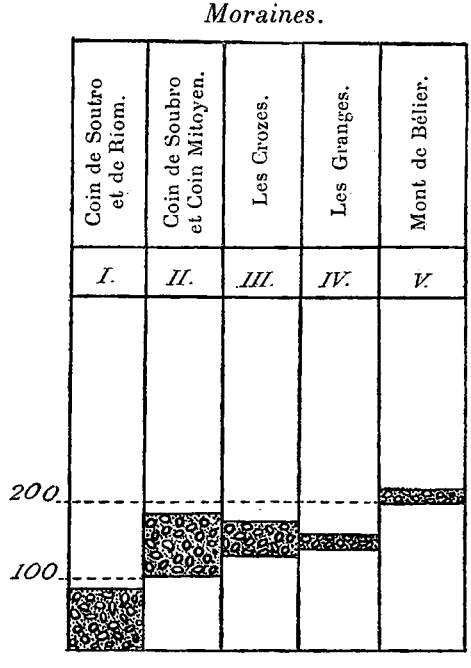


Fig. 7. — Le 0 représente le confluent de la grande Rhue et de la petite Rhue à Coin de Soutro pour la moraine de ce village ou l'altitude de la Véronne à la Maisonnette 347 sous la Molier pour la moraine de Riom.
Aux stades IV et V, l'écoulement des glaces était encore dirigé ENE-WSW ; aux stades I, II, III, il était franchement SN.

Le Cantal, pendant cette période, au lieu d'être presque uniformément recouvert d'une calotte glaciaire, était traversé de gigantesques « ice-streams » qui empruntaient des vallées mieux

1. M. P. Marty leur a attribué un âge chelléen.

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

individualisées et plus profondes que pendant la période glaciaire précédente. L'un des exemples de ces « ice-streams » était le glacier de la petite Rhue.

5) Au cours de la deuxième période interglaciaire, les talwegs furent approfondis de 50 à 100 m. selon les points, des captures modifièrent le tracé des vallées et achevèrent de couper les axes EW dont certains, les plus éloignés des collecteurs, avaient été maintenus dans leur direction primitive.

6) Enfin de nouveaux glaciers envahirent quelques-unes de ces vallées et laissèrent leurs dépôts jusqu'au niveau des talwegs actuels : moraine de la Véronne, de Coin de Soutro. Ces dépôts glaciaires appartiennent probablement à l'époque de l'*Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorinus* et sont contemporaines des moraines du sud du Cantal datées dans les environs d'Aurillac par le Renne et le Lion des cavernes. Cependant les ruisseaux actuels ont entamé la base de ces moraines, mais n'ont pas entaillé le substratum cristallophyllien, comme dans d'autres régions du Cantal. Il faut donc supposer que l'érosion post-glaciaire qui a approfondi la plupart des talwegs de 10 à 15 m. à la périphérie du Cantal n'a pas atteint cette région. Je veux aussi attirer l'attention sur le fait que dans cette partie du massif les moraines intermédiaires, entre les dépôts des plateaux et celles qui encombrent le fond des talwegs sont à une altitude relative beaucoup plus élevée que dans le Sud du massif ou dans l'Aubrac, où il n'y a qu'une soixantaine de mètres de différence entre les derniers dépôts glaciaires et ceux qui sont accrochés aux flancs des versants, il y a là une anomalie dont la cause est à rechercher (fig. 7).

Notons enfin qu'après la fusion du dernier glacier se placèrent un certain nombre de captures qui aboutirent au tracé hydrographique actuel.

Cette région des environs de Riom-ès-Montagnes mérite de devenir classique pour l'étude géographique du Cantal et du Mont-Dore, car il n'y a peut-être pas un autre point du Massif Central où l'on puisse aussi facilement séparer les dépôts glaciaires d'âge différent. Il serait à souhaiter que l'on pût entreprendre des recherches dans les moraines étagées au-dessus des talwegs, car des découvertes paléontologiques permettraient seules un raccord certain avec les moraines mieux datées du versant sud.

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

Relations stratigraphiques et paléontologiques entre les formations lacustres et les formations marines du Bartonien du bassin de Paris

par **L.** et **J. Morellet**[1].

Nous nous proposons dans cette note de rechercher les relations stratigraphiques et paléontologiques qui existent entre les formations lacustres et les formations marines comprises entre le Lutétien et les marnes à *Pholadomya ludensis* et dont l'ensemble constitue le Bartonien du bassin de Paris, au sens que Munier-Chalmas et de Lapparent (XIV)[2] donnaient à cet étage. Dans le but de simplifier notre exposé, nous avons attribué au mot « lacustre » un sens très général et, dans beaucoup de cas, l'expression « laguno-lacustre » eût été préférable ; de même, sous l'unique désignation de « marines » nous avons réuni, sans les distinguer, les formations marines, laguno-marines et laguno-saumâtres. Tous ces termes, empruntés à Munier-Chalmas, seront définis dans la troisième partie de ce travail.

I

Dans l'Est du bassin (région d'Epernay), le Bartonien est *tout entier* représenté par des formations lacustres qui font suite, sans qu'il soit possible de les en séparer stratigraphiquement, à des formations lutétiennes de même faciès.

Il faut descendre la vallée de la Marne jusque vers Dormans pour voir apparaître les premiers sédiments bartoniens marins (coupe n° 1) ; ce sont d'une part, en contact avec le Lutétien marin, des sables quartzeux, parfois fossilifères (Verneuil) (XX) et d'autre part, au sein des calcaires lacustres, superposés à ces sables, un niveau à *Avicula Defrancei* (Monthurel) (III).

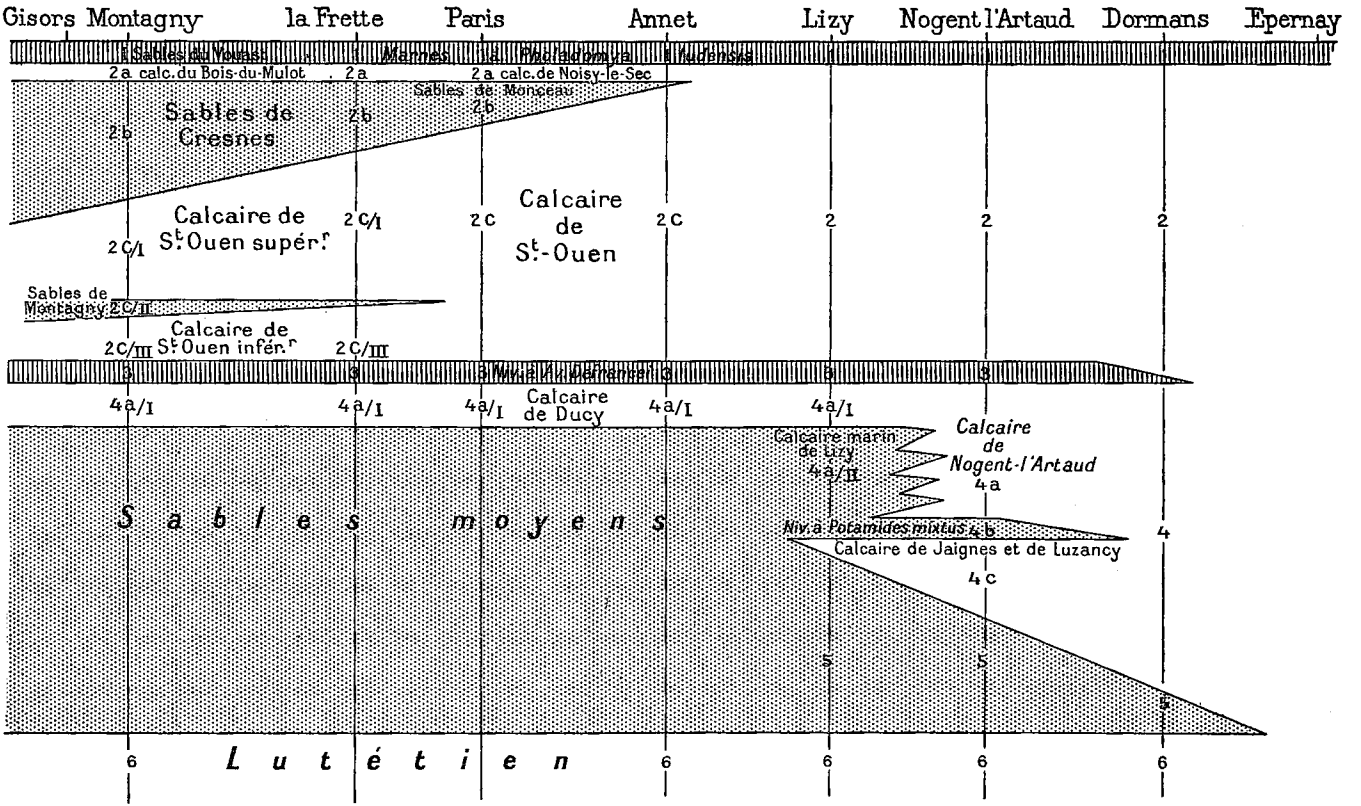
Coupe n° 1.

Bartonien	1. Couches à *Pholadomya ludensis*.
	2. Calcaire lacustre à *Limnæa longiscata*.
	3. Niveau à *Avicula Defrancei*.
	4. Calcaire lacustre.
	5. Sables quartzeux à faune marine.
	6. Lutétien.

1. Note présentée à la séance du 4 mars 1935.

2. Les chiffres romains entre parenthèses renvoient à l'index bibliographique, placé à la fin de cette note.

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



Coupe schématique de Gisors à Epernay, montrant les relations stratigraphiques entre les formations lacustres et les formations marines au cours de la période bartonienne.

N. B. — L'échelle des distances est de 1/1.280.000e. L'épaisseur des diverses assises a été considérablement augmentée, sans qu'il soit tenu compte, dans la majorité des cas (sables moyens par exemple), des variations de puissance des couches qui ont été supposées horizontales.

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

En continuant à se diriger vers l'W, on constate l'apparition (coupe n° 2) d'un troisième niveau marin (couches à *Potamides mixtus*) qui divise en deux masses le calcaire n° 4 de la coupe précédente (Nogent-l'Artaud, Nanteuil-sur-Marne).

Coupe n° 2.

BARTONIEN
1. Couches à *Pholadomya ludensis.*
2. Calcaire lacustre à *Limnæa longiscata.*
3. Niveau à *Avicula Defrancei.*
4. *a.* Calcaire lacustre,
   b. Couche sableuse ou calcaire à *Potamides mixtus.*
   c. Calcaire lacustre à *Limnæa arenularia.*
5. Sables quartzeux à faune marine.
6. Lutétien.

Le n° 4 *a* a reçu de Munier-Chalmas le nom de « Calcaire de Nogent-l'Artaud » et le n° 4 *c* celui de « Calcaire de Luzancy » (XV).

Plus à l'W (coupe n° 3), des formations marines se substituent à la partie inférieure du calcaire lacustre n° 4 *a* (Lizy-sur-Ourcq).

Coupe n° 3.

BARTONIEN
2. Calcaire lacustre à *Limnæa longiscata.*
3. Niveau à *Avicula Defrancei.*
4. *a.* I. Calcaire lacustre,
   II. Calcaire marin de Lizy,
   b. Calcaire à *Potamides mixtus*,
   c. Calcaire lacustre à *Limnæa arenularia.*
5. Sables quartzeux à faune marine.
6. Lutétien.

Le calcaire n° 4 *c* (calcaire de Luzancy) porte ici le nom de « Calcaire de Jaignes » que lui a donné Goubert (V); déjà moins développé qu'à Luzancy, il disparaît rapidement vers le N et vers l'W; il n'existe plus alors (coupe n° 4) que deux niveaux lacustres, l'un au-dessous, l'autre au-dessus du niveau à *Avicula Defrancei.*

Coupe n° 4.

BARTONIEN
1. Marnes à *Pholadomya ludensis.*
2. Calcaire lacustre à *Limnæa longiscata.*
3. Niveau à *Avicula Defrancei.*
4 *a*/I. Calcaire lacustre.
4 *a*/II. } Sables divers à faune marine.
4 *b* }
4 *c* }
5. }
6. Lutétien.

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

En aval de Meaux (Annet) (VII), la succession se modifie (coupe n° 5) par l'apparition d'un niveau marin au sein de la masse de calcaire lacustre n° 2 [1].

Coupe n° 5.

BARTONIEN
1. Marnes à *Pholadomya ludensis.*
2. *a.* Calcaire lacustre,
   b. Sables marins,
   c. Calcaire lacustre à *Limnæa longiscata.*
3. Niveau à *Avicula Defrancei.*
4*a*/I. Calcaire lacustre.
4*a*/II. } Formations diverses à faune marine.
4*b* }
4*c* }
5. }
6. Lutétien.

Cette coupe n° 5 est celle qui s'observe aux environs immédiats de Paris et qui est généralement prise comme type de la succession du Bartonien du bassin parisien. Elle mérite qu'on s'y arrête car ses divers éléments ont servi de base à la nomenclature en usage. Ce sont de bas en haut :

les Sables moyens proprement dits, avec leurs multiples faciès (n°s 5, 4*c*. 4*b*, 4*a*/II).
le calcaire lacustre de Ducy (n° 4*a*/I),
le niveau de Mortefontaine (n° 3),
le calcaire lacustre de Saint-Ouen (n° 2*c*),
les sables de Moncean (n° 2*b*),
le calcaire lacustre de Noisy-le-Sec (n° 2 *a*).

Remarquons que le calcaire de Saint-Ouen, compris par définition entre le niveau de Mortefontaine et les sables de Monceau, occupe une position stratigraphique précise et bien déterminée. C'est donc à tort qu'on lui assimile souvent dans les coupes n°s 1, 2, 3 et 4 la totalité des calcaires lacustres n° 2, alors qu'en réalité, malgré la similitude de faciès (faciès œdonien de G.-F. Dollfus), une partie seulement de ces calcaires est de même âge que le véritable calcaire de Saint-Ouen.

Au N de Paris (région de Mortefontaine), le calcaire de Ducy disparaît (coupe n° 6) et est remplacé par des couches à *Avicula*

1. Il est possible que ce nouveau niveau marin ait vers l'E une extension géographique plus considérable que celle que nous lui avons attribuée ici, en nous basant sur les recherches de Boussac (II). Des observations faites à Blesmes permettent en effet de se demander si ce niveau ne devrait déjà pas figurer dans la coupe n° 2. Ce n'est d'ailleurs qu'un point de détail qui ne change pas les grandes lignes du présent exposé.

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

Defrancei (VIII), alors que la succession de la coupe n° 5 se poursuit vers le N-W, modifiée seulement par l'apparition d'un niveau marin au milieu du calcaire de Saint-Ouen. Ce niveau, rudimentaire à La Frette, est bien développé dans le Vexin où il a été baptisé « sables de Montagny » par Munier-Chalmas (coupe n° 7) (XVI, XVII).

Coupe n° 6.

BARTONIEN
- 2*c* Calcaire de Saint-Ouen.
- 3. } Couches à *Avicula Defrancei*.
- 4*a*/I. }
- 4*a*/II. } Sables moyens proprement dits.
- 4*b* }
- 4*c* }
- 5. }

6. Lutétien.

Coupe n° 7.

1. Sables du Vouast (= marnes à *Ph. ludensis*).

BARTONIEN
- 2.
  - *a*. Calcaire lacustre du Bois-du-Mulot (= calcaire de Noisy-le-Sec).
  - *b*. Sables de Cresnes (= sables de Monceau).
  - *c*.
    - I. Calcaire lacustre (calcaire de Saint-Ouen supérieur).
    - II. Sables de Montagny.
    - III. Calcaire lacustre (calcaire de Saint-Ouen inférieur).
- 3. Niveau à *Avicula Defrancei*.
- 4*a*/I. Calcaire de Ducy.
- 4*a*/II. } Sables moyens propremens dits.
- 4*b* }
- 4*c* }
- 5. }

6. Lutétien.

La succession devient tout à fait différente, quand, du Vexin, on passe sur la rive gauche de la Seine. Au S de Mantes (XXI), il n'existe plus qu'un seul niveau marin, peu épais, reposant sur le Lutétien et, aux environs de Vernon (IV), par suite de la disparition de ce niveau marin, le Bartonien n'est plus représenté que par des dépôts œdoniens. On retrouve ainsi sur la bordure occidentale du bassin un dispositif analogue à celui de la bordure orientale qui a servi de point de départ à cette étude, mais ici l'insuffisance des observations, d'ailleurs très difficiles, ne permet pas pour le moment d'établir le moindre parallélisme entre ce dispositif et celui observé dans le Vexin.

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

II

Après cet exposé, destiné à préciser la position stratigraphique qu'occupent les principales formations lacustres du Bartonien du bassin de Paris par rapport aux assises marines, cherchons à voir comment se fait, latéralement et verticalement, le passage des premières aux secondes.

Les seules données précises que nous possédions jusqu'ici sur la façon dont s'opère le passage latéral d'une formation lacustre à une formation marine sont celles qui nous sont fournies par la région de Mortefontaine, où l'on voit des couches à *Avicula Defrancei* se substituer au calcaire de Ducy. La substitution se fait par alternances répétées de lits à faune marine et de lits à faune dulcicole (VIII).

Il n'est évidemment pas permis de déduire de ce cas particulier que le processus est général et qu'il s'applique par exemple au calcaire de Nogent-l'Artaud et à son équivalent marin, le calcaire de Lizy. Cependant, bien que nos recherches pour découvrir des coupes probantes soient demeurées infructueuses jusqu'ici, de fortes présomptions existent qui font que ces deux formations doivent également passer progressivement de l'une à l'autre. Il existe en effet au sein du calcaire de Nogent-l'Artaud, à Nogent même, à Château-Thierry, etc., de multiples intercalations discontinues à *Cerithium crenatulatum* qui prouvent que, momentanément et localement, les eaux salées envahissaient les lacs où se déposait ce calcaire.

Pour ce qui est des relations verticales entre les formations marines et les formations lacustres, deux cas sont à envisager :

a) la formation lacustre succède à une formation marine,

b) la formation marine succède à une formation lacustre.

Nous laisserons naturellement de côté, dans les deux cas, les intercalations locales qui s'observent dans les zones de passage latéral et qui rentrent de ce fait dans le cadre du paragraphe précédent et nous ne nous occuperons que des couches ayant une extension géographique importante.

a) La formation lacustre succède à une formation marine.

D'une façon générale, le passage vertical d'une formation marine à une formation lacustre se fait par l'intermédiaire d'une formation lagunaire, soit que la dessalure soit progressive, soit qu'elle se manifeste brusquement.

C'est ainsi qu'à Lizy-sur-Ourcq et dans toute la vallée de la Marne, en amont de cette localité (IX), entre les sables à faune

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

marine du Guépelle (sables à *Bayania lactea*) et le calcaire lacustre de Jaignes (= calcaire de Luzancy), existent des sables renfermant tout d'abord un mélange d'espèces identiques à celles des couches marines sous-jacentes et d'espèces lagunaires (dont plus spécialement *Batillaria Bouei*), puis uniquement des espèces lagunaires, avec prédominance de *Cerithium crenatulatum*, de *Cerithium tiarella*, et de *Cyrena deperdita*.

C'est ainsi également, pour prendre un exemple du second type, qu'à Ezanville, qu'à Beauchamp, etc., le calcaire lacustre de Ducy est séparé des sables à faune marine de Beauchamp (sables à *Cerithium maryense*) par une couche lagunaire à *Bayania hordacea* qui, sans transition, succède à son substratum.

Quel que soit l'âge du dépôt envisagé, la faune lagunaire d'une phase intermédiaire entre le régime marin et le régime lacustre se compose des mêmes éléments dont seule la fréquence respective varie avec les localités. Ce sont principalement :

Bayania hordacea (Lk.).
Ampullina parisiensis (d'Orb.)
Cerithium crenatulatum Desh.
Cerithium tiarella Desh.
Potamides scalaroides (Desh.)
Potamides perditus (Bayan).
Batillaria Bouei (Desh.) et sa variété *coronata* Desh.
Planorbis nitidulus Lk. [1]
Cyrena deperdita Desh.
Trinacria crassa (Desh.)

Cette association d'espèces apparaît donc comme caractéristique non pas d'un niveau stratigraphique déterminé, contrairement à une opinion très répandue, mais simplement d'un faciès régressif, précurseur d'un faciès continental.

b) La formation marine succède à une formation lacustre.

b) **La formation marine succède à une formation lacustre.**

Bien souvent les formations lacustres sont ravinées et démantelées par le retour offensif de la mer. C'est ce qui se passe aux environs de Marines pour le calcaire de Saint-Ouen, démantelé par les sables à *Nummulites variolarius* de Cresnes (XIII) ; dans

1. *Planorbis nitidulus* Lk. est fréquent dans les couches lagunaires du Bartonien du bassin de Paris, plus rare dans les formations analogues du Lutétien mais n'a jamais été trouvé jusqu'ici dans des couches lacustres de l'un ou l'autre de ces étages. Le genre *Planorbis* étant considéré comme essentiellement dulcicole, il y a là une anomalie que M. R. Abrard a d'ailleurs déjà signalée (I, p. 298) pour deux formes lutétiennes voisines : *P. Baudoni* Desh. et *P. subangulatus* Lk., anomalie qui conduit au dilemne suivant que nous ne chercherons pas à trancher : ou *P. nitidulus* et les formes du même groupe ne sont pas des Planorbes, ou s'ils en sont, *Planorbis* cesse d'être un genre uniquement d'eau douce et renferme des représentants adaptés aux milieux saumâtres.

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

la région de Douy-la-Ramée pour le calcaire de Jaignes, raviné par le niveau à *Potamides mixtus* (XII) ; au Vouast pour le calcaire du Bois-du-Mulot, partiellement abrasé par les sables à *Potamides vouastensis* (XIX). Ce phénomène n'est cependant pas général ; c'est ainsi que nous ne connaissons pas d'exemple de ravinement du calcaire de Ducy par les couches à *Avicula Defrancei* et que même nous avons pu constater dans la vallée de la Marne (Jaignes, Nanteuil-sur-Marne) le passage vertical insensible du calcaire de Jaignes (=calcaire de Luzancy) aux couches à *Potamides mixtus*.

Quant au régime lacustre succède un régime simplement lagunaire, et c'est le cas le plus fréquent, la faune qui accompagne le retour de la mer est très différente de la faune qui a précédé son recul. En plus d'espèces lagunaires, elle renferme toujours un certain nombre d'éléments marins et, en abondance, des *Potamides* du groupe de *P. tricarinatus* (Lk.), associés le plus souvent à des *Batillaria* du groupe de *B. pleurotomoides*, (Lk.) :

Potamides mixtus (Defr.) [1], très constant dans la couche transgressive qui, dans la vallée de la Marne en amont de Meaux, surmonte le calcaire de Jaignes et de Luzancy ;

Potamides crispiacensis (Boussac) et *Batillaria pleurotomoides* (Lk.) qui accompagnent régulièrement la transgression morfontienne ;

Potamides arenularius (Mun.-Ch.) et *Batillaria Godini* (Boussac), deux des espèces les plus fréquentes des sables transgressifs de Montagny ;

Potamides vouastensis (Mun.-Ch.) et *Batillaria rustica* (Desh.) dont l'association caractérise la transgression ludienne, même en l'absence de *Pholadomya ludensis*.

III

Nous venons de constater la présence dans le Bartonien du bassin de Paris de deux faunes lagunaires distinctes, l'une qui précède l'établissement du régime continental, l'autre qui apparaît au contraire quand le régime marin remplace le régime

1. On connait les grandes affinités qu existent entre *P. mixtus et P. crispiacensis* et la difficulté qu'on éprouve à rapporter certains échantillons à l'une plutôt qu'à l'autre espèce (cf. Boussac. Essai sur l'Évolution des Cérithidés dans le Mésonummulitique du bassin de Paris, Ann. Hébert, T. VI, Paris 1912, p. 53).

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

continental. Cette dissemblance correspond évidemment à l'existence de deux catégories de lagunes dans lesquelles les conditions biologiques étaient différentes et pour lesquelles nous adopterons les appellations de « lagunes saumâtres » et de « lagunes marines », proposées par Munier-Chalmas (XVIII, XIX).

Lagunes Saumatres. — Ces lagunes ont pris naissance à la suite de l'isolement, pour une cause qui reste encore obscure, d'une zone primitivement marine, comprise entre le rivage et le large, n'ayant conservé avec la mer que des communications difficiles et dans laquelle la diminution de la salure des eaux, sous l'influence des apports continentaux, a éliminé toutes les espèces incapables de s'adapter à ce régime nouveau. Leur faune est celle dont nous avons donné la liste p. 105.

Au cours de la période bartonienne, des lagunes de ce genre se sont établies à deux reprises au moins dans le bassin de Paris : après le dépôt des sables de l'âge de ceux du Guépelle, puis après celui des sables de Beauchamp *s. str.*

Les plus anciennes n'ont occupé que la partie orientale du bassin, de Dormans à Ermenonville et nous avons précédemment indiqué le processus progressif de leur établissement (cf. p. 105).

Les secondes ont eu une extension géographique beaucoup plus considérable que les précédentes et ont recouvert la majeure partie du bassin, des portes de Gisors à l'W jusqu'à Nanteuil-le-Haudoin (IX) et Lizy-sur-Ourcq à l'E. C'est dans ces lagunes que se sont déposées les couches à *Bayania hordacea* de Beauchamp, à *Potamides scalaroides* d'Ezanville, etc., couches connues sous le nom de « Zone d'Ezanville ».

Les communications avec la mer devenant de plus en plus précaires ou même se trouvant interrompues par suite de l'accentuation de la cause ayant présidé à l'installation des lagunes saumâtres, ces dernières se sont transformées en lacs ou plus exactement, suivant la terminologie de Munier-Chalmas, en « *lacs lagunaires* ». La dessalure, en effet, n'y était pas totale comme l'indiquent les dépôts de gypse et de magnésite (XIX) la présence de Foraminifères appartenant aux genres *Rotalia*, *Globigerina*, etc. (VI, XIX), et l'existence, au milieu de couches à faune dulcicole, d'intercalations renfermant les espèces saumâtres les plus aptes à s'adapter à une faible salure, comme *Cerithium crenatulatum*, *Cerithium tiarella*, *Cyrena deperdita*, etc.

C'est lors de phases de cet ordre, en reprenant les exemples précédents, que des lacs lagunaires se sont substitués aux

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

lagunes saumâtres à *Cerithium crenatulatum* de l'E du bassin et aux lagunes saumâtres du niveau d'Ezanville, lacs dans lesquels se sont respectivement déposés le calcaire de Jaignes (=calcaire de Luzancy) et le calcaire de Ducy.

Lagunes marines. — Ces lagunes qui, contrairement aux précédentes, étaient en relations directes et à peu près constantes avec le large, ont pris naissance dans deux cas qui correspondent à des phases de signe contraire de l'évolution du bassin de Paris : d'une part, au cours de certaines périodes régressives, elles se sont installées entre la mer et la zone occupée par les lagunes saumâtres et les lacs lagunaires ; d'autre part, lors de chaque période transgressive elles se sont substituées aux lagunes saumâtres et aux lacs lagunaires. Dans l'un comme dans l'autre cas leur faune est la même et telle que nous l'avons décrite p. 106.

L'exemple le plus complet est celui qui nous est fourni par les lagunes à *Avicula Defrancei*. Dans une première phase (phase régressive), elles se sont établies en bordure des lacs lagunaires de Ducy, comme le montre la région de Mortefontaine, puis, dans une seconde phase (phase transgressive), elles ont envahi la plus grande partie du bassin, déposant les couches si constantes connues sous le nom de niveau de Mortefontaine.

Le régime marin n'a succédé au régime laguno-marin que dans un seul cas : après le dépôt des couches à *Potamides mixtus*, dans la région bordant les lacs lagunaires de Nogent-l'Artaud (Lizy-sur-Ourcq, Nantheuil-le-Haudoin, Montlognon, Ermonville, (X), Ver, etc.). Dans tous les autres, le régime laguno-lacustre, momentanément interrompu par une transgression laguno-marine, a recommencé à prévaloir dans le bassin, après une très courte phase laguno-saumâtre, plus ou moins bien caractérisée. Son extension géographique a été de plus en plus grande à mesure qu'on s'élève dans la série, le calcaire de Ducy occupant une surface plus considérable que le calcaire de Jaignes et le calcaire de Saint-Ouen une aire très supérieure à celle du calcaire de Ducy. Progressivement et malgré ses retours offensifs soit laguno-marins, soit marins (sables de Cresnes) la mer, au cours de la période bartonienne, a donc déserté peu à peu le bassin de Paris et la phase ultime de ce « cycle évolutif » est la transformation du golfe parisien en une série de vastes lagunes d'évaporation où s'est déposé le gypse ludien. A côté de beaucoup d'autres, c'est là, pensons-nous, le meilleur argument qu'on puisse invoquer en faveur du rattachement à l'Éocène de la totalité de l'étage du Gypse.

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

BIBLIOGRAPHIE

I. R. Abrard. Le Lutétien du bassin de Paris (Thèse de Doctorat), 1925.

II. J. Boussac. La transgression du Ludien dans le bassin Paris, *B. S. G. F.* (4), VIII, 1908, p. 85.

III. G. F. Dollfus. Révision de la feuille de Meaux C. R. Collab. n° 59, mars 1897.

IV. » Observations géologiques faites aux environs de Louviers, Vernon, Pacy-sur-Eure, *Mém. S. linn. de Normandie*, XIX, 1897.

V. E. Goubert. Coupe dans les sables moyens, *B. S. G. F.* (2), XVIII, 1861, p. 445.

VI. Y. Milon. Sur l'extension des formations marines éocènes à l'Ouest du bassin de Paris, *C. R. Som. S. G. F.*, 1930, p. 154.

VII. M. Morin. Sur les différents faciès de l'étage du gypse, *B. S. G. F.* (4), IX, 1909, p. 453.

VIII. L. et J. Morellet. Observations sur les couches à *Avicula Defrancei*, *B. S. G. F.* (4), XXV, 1925, p. 59.

IX. » Observations sur les couches à *Potamides mixtus*, *B. S. G. F.* (4), XXV, 1925, p. 693.

X. » Sur la position stratigraphique des couches à *Potamides mixtus* d'Ermenonville, *C. R. Som. S. G. F.*, 1929, p. 173.

XI. » Les Sables moyens de Nantheuil-le-Haudoin, *B. S. G. F.* (4), XXX, 1930, p. 165.

XII. » Coupe dans le Bartonien de la Ramée, près de Douy (Seine-et-Marne), *B. Museum* 1931, p. 198.

XIII. » Un exemple de ravinement au sein du Bartonien dans la région de Marines, *C. R. Som. S. G. F.*, 1932, p. 33.

XIV. Munier-Chalmas et de Lapparent. Note sur la nomenclature des terrains sédimentaires, *B. S. G. F.* (3), XXI, 1893, p. 476.

XV. Munier-Chalmas. Notes stratigraphiques relatives au texte explicatif des terrains tertiaires du bassin de Paris, *Bull. Serv. C. Géol. de F*, VII, 1895-96, p. 13.

XVI. » Caractères généraux du Bartonien dans le bassin de Paris, *B. S. G. F.* (3), XXVIII, 1900, p. 11.

XVII. » Excursion aux environs de Gisors et de Beauvais, Livret-guide VIIIe Congr. Géol. Intern., 1900, p. 3.

XVIII. » Cours professé à la Sorbonne en 1903. Cf. A. Dollot, P. Godbille et G. Ramond. Les grandes plâtrières d'Argenteuil, *Mém. S. G. F.* (4), I, n° 1, 1905.

XIX. » Notice sur ses travaux scientifiques, Lille, 1903.

XX. de Raincourt. Note sur un gisement de la partie supérieure des sables moyens, *B. S. G. F.* (2), XVII, 1860, p. 499.

XXI. de Sénarmont. Essai d'une description géologique du département de Seine-et-Oise, Paris, 1844.

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

Présence de dépots a faciès riffain dans les gorges du Kiss (Maroc Nord-Est)

par **P. Russo** [1].

Au Nord d'Oudja, le Kiss, petit fleuve côtier formant la frontière algéro-marocaine, franchit, en une vallée surimposée, un massif de calcaires, dolomies et marnes, large, du N au S, de 1.500 m. environ et formé de Lias moyen. Les assises du bas appartiennent probablement au Domérien ; ce sont des calcaires à silex et des dolomies bréchoïdes sans fossiles, mais entièrement comparables à ceux trouvés un peu plus au Sud avec fossiles de la zone à *Amaltheus margaritatus* et classiques depuis Gentil [2]. Au-dessus, viennent des calcaires marneux schistoïdes de coloration grise, verdâtre ou rouge, alternant avec des bancs compacts durs marmoréens, également sans fossiles et tout à fait comparables au Toarcien-Aalénien de la région. Tout à la base, on voit apparaître, en un point, une masse argileuse rouge et verdâtre avec basaltes décomposés. Peut-être y doit-on voir du Trias. Transgressivement, sur les flancs du massif calcaire, reposent des assises marneuses et argileuses jaunes, contenant une abondante faune de l'Helvétien, connue depuis longtemps à Saïda et à Port-Say.

Ce massif ne présente pas d'intérêt particulier, si ce n'est par le faciès de ses assises et sa position tectonique qui me paraissent au contraire tout à fait dignes d'attention.

Lors d'une récente tournée faite dans cette région, je fus frappé par le faciès, très comparable à celui de ce que l'on a appelé le « complexe rifain », présenté par les assises marno-calcaires, indiquées ci-dessus. Mêmes écrasements, mêmes écailles et nodules, même aspect lithologique, mêmes colorations, en un mot, même cachet général que dans les couches rifaines que j'ai décrites jadis au Sud et au Nord de la haute crête du Rif, que depuis, Lacoste et Marçais nous ont fait connaître en détail, et dans lesquelles existent indubitablement des couches du Lias

1. Note présentée à la séance du 21 janvier 1935.

2. L. Gentil. Esquisse géologique du Massif des Beni Snassen. *B. S. G. F.*, 1908, t. VII, n° 6, p. 391-417.

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

moyen, au Nord de l'Azrou Akchar, couches datées par des ammonites [1].

D'autre part, alors que dans toute la région voisine des gorges du Kiss, c'est-à-dire le massif des Beni Snassen, on ne voit que des accidents assez peu intenses, et quelques chevauchements assez minimes pour que certains géologues ne veuillent

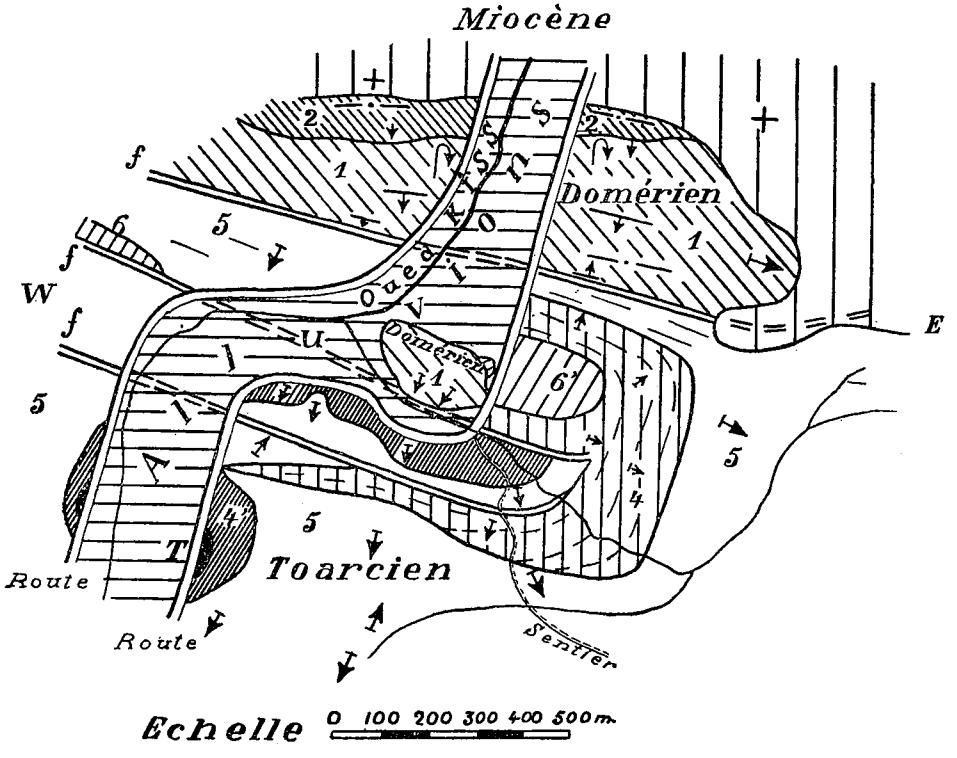


FIG. 1. — (Même légende que fig. 2.)

« Une erreur de dessin a fait inscrire le chiffre *6'* à la place de *3* et la masse indiquée comme *Domérien 1* au Sud du *V* d' « *Alluvions* » doit être affectée du chiffre *5*. »

y voir que des failles obliques, les assises des gorges ont subi des plissements et froissements intenses dont la coupe et le

1. P. et L. Russo. Recherches géologiques dans le NE du Rif. *Mém. Soc. Sc. Nat. Maroc.*, 1929, 31 août. — Mém. N° XX.

LACOSTE. Etudes géologiques dans le Rif Méridional. *Mém. Soc. des Mines du Maroc*, 1934.

MARÇAIS. Renseignements oraux dont je remercie vivement l'auteur.

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

croquis figurés ici donnent l'aspect. On y voit même des calcaires broyés au point de se présenter sous l'aspect d'une brèche fine presque mylonitique. A l'extrémité septentrionale des gorges, se montre un pli en champignon extrêmement frappant. Plusieurs failles apparaissent avec chevauchements, et l'intensité des plissements est d'autant plus grande qu'on avance vers le Nord.

Enfin, sur le flanc nord des gorges, le Miocène est horizontal et vient buter en discordance angulaire de 90° contre le Domérien, mais sur le flanc méridional, il n'en est plus de même

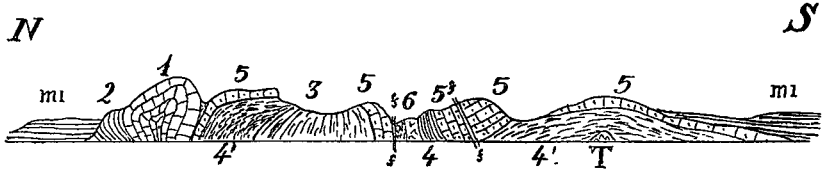


FIG. 2. — Coupe N-S dans les gorges du Kiss
(la plus grande partie de cette coupe est naturelle).

1 Calc. compacts Domériens.
2 Calc. gris verdâtres marneux et schistoïdes Toarcien.
3 Calc. rouges Toarciens.
4 Calc. schistoïdes gris verts Toarciens.
4' Calc. schistoïdes gris verts Toarciens marneux.
5 Calc. gris clairs avec posées verdâtres dans le Toarcien-Aalénien.
6 Calc. écrasés et laminés.
T = Trias probable. *f* = failles. Mi = Miocène (helvétien).

et le Miocène s'élève en pente douce sur les assises du Toarcien-Aalénien, discordant seulement de quelques degrés sur elles.

Il semble donc qu'il en faille conclure que la partie nord de la ride, si particulièrement plissée, était déjà en place au moment du dépôt des marnes helvétiennes, alors que la partie méridionale, bien que déjà influencée à ce moment par les actions plissantes, a rejoué depuis, et se portant un peu plus vers le Nord, a, d'une part, provoqué l'écrasement de la zone située à peu près au milieu des gorges, et d'autre part, donné naissance à un léger pendage des assises miocènes déposées sur elle.

Nous retrouvons ici les deux temps de plissements que j'avais jadis signalés dans le Sud du Rif et qui ont été retrouvés depuis en plusieurs points de cette région [1], nous y retrouvons le faciès

1. P. Russo. Notes tectoniques et paléontologiques sur la région de Bab Moroudj (Détroit sud rifain) *CR. Ac. Sc.*, t. 181, p. 872, 30 nov. 1925.
LACOSTE-MARÇAIS. *Op. cit.* et références orales.

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

rifain des schistes et calcaires schisteux, nous devons en outre remarquer que les faunes miocènes connues de Port Say sont les proches voisines de celles de la région de l'Amokrane ou de l'Ouergha.

Ces faits tendraient à montrer que, comme l'ont déjà dit notamment Savornin, Glangeaud, Lacoste, et moi-même, les conditions de dépôt marin présentes dans le Rif se sont poursuivies depuis longtemps tout le long de la zone de subsidence du bord septentrional de l'Afrique du Nord en passant au Nord des Beni Snassen pour rejoindre les Kabylies. Mais je pense aussi qu'ils comportent, compte tenu toutefois que la faible amplitude topographique des accidents observés et de la limitation consécutive des conclusions qu'on est en droit d'en tirer, la remarque suivante.

Les accidents des gorges du Kiss sont orientés à peu près E-W. Ceux des Kebdana offrent une orientation voisine. Il en est de même pour la chaîne de Garet, pour celle de Tafersit. Enfin les chaînons divers qui se montrent au Nord du Massif du Tendri-Masgout dessinent une virgation les disposant en éventail à pointe dirigée vers le Nord-Nord-Ouest, comme si le massif Tendri-Masgout était un éperon ayant poussé et chassé devant lui vers les régions septentrionales les terrains de la région rifaine.

Les plis situés à l'Ouest de ce massif Tendri-Masgout sont redressés suivant le méridien ; plus au Nord, ils franchissent tous, plus ou moins obliquement, la région que j'ai appelée ligne du Nkour, mais ce franchissement est accompagné de torsions en sens méridien et surtout au Sud du parallèle de Syah, il y a redressement de tous les plis suivant le sens méridien. La ligne du Nkour n'est que la manifestation en surface (par installation d'un cours d'eau sur une ligne de plus facile érosion) d'une fracture profonde ayant disloqué les assises et correspondant à la zone de complication tectonique de Tizeroutine, du Bou Souab, du Msoun Atchan, et, un peu plus à l'Est, à l'accident monoclinal que j'avais autrefois assimilé à une faille, qui se développe sur le flanc occidental du Tendri et que Marçais a vu être une flexure des assises occidentales de cette montagne.

Dans ces conditions, ce qui se trouve au NE du Tendri-Masgout doit être, bien que ressortissant à la même zone isopique et à un même ensemble de l'orotectonique nord-africaine, distingué cependant du Rif proprement dit, et la présence de dépôts à faciès rifains dans les gorges du Kiss montrent, à mon sens, le

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

rattachement de cette région aux conditions de dépôt du Rif, mais n'en font pas une partie de ce système orogénique.

Les gorges du Kiss montrent dans une vallée surimposée une série de dépôts du Lias moyen où se manifestent les caractéristiques lithologiques du cachet propre aux terrains du complexe rifain. De plus, alors que la région voisine (Beni Snassen) ne présente qu'un diastrophisme peu intense, nous sommes là dans une région intensément plissée et fracturée. L'auteur pense, avec toutes les réserves nécessitées par le peu d'étendue de ces gorges (1.500 m.), qu'il y a là un indice de la continuité vers l'Est de la zone isopique du Rif méridional. Mais la présence d'une poussée vers le Nord de l'éperon Tendri-Masgout, manifestée par les orientations des plis entourant ce massif et antérieurement étudiés, l'incite à séparer cette région orientale à faciès rifain du Rif proprement dit qui se trouve à son avis limité à l'Est par les accidents en rapports avec l'action de l'éperon Tendri-Masgout.

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

Monographie des calcaires du Barrois.

par **Edouard Salin** [1].

A la mémoire de mon maître
PIERRE TERMIER.

Planches IV, V et VI

SOMMAIRE

Sources et Bibliographie.

Stratigraphie.
- Divisions
- Zone à *Gravesia portlandica*.
- Zone à *Cyprina Brongniarti*.
- Zone des Calcaires tubuleux.
- Zone à *Cyrena rugosa*.
- Retour au faciès néritique. Fin des temps portlandiens dans le Barrois.
- Accidents des calcaires portlandiens ; failles.
- Résumé stratigraphique.

Paléontologie.
- Considérations générales ; conditions de fossilisation.
- Tableau de la faune.
- Espèces nouvelles.
- Fossiles caractéristiques.
- Comparaison de la Faune avec celles du Boulonnais, de l'Yonne et du Jura.
- Conclusions à tirer de l'étude des conditions de vie de la faune des calcaires tubuleux.

Essai de synthèse.

SOURCES ET BIBLIOGRAPHIE

Il nous paraît nécessaire d'indiquer nos sources en tête de cette étude, en raison de l'importance, du point de vue qui nous occupe, de deux ouvrages auxquels nous serons conduits à renvoyer très fréquemment le lecteur ; ils figurent en tête de la liste qui suit ces lignes. L'un est l'ouvrage de Buvignier, l'autre celui de de Loriol, Royer et Tombeck.

Le premier traite exclusivement du département de la Meuse, le second de celui de la Haute-Marne ; il en résulte qu'aucun

1. Note présentée à la séance du 18 février 1935.

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

des deux n'offre une étude d'ensemble et que divers points ont échappé à leurs auteurs, malgré leur grande compétence et leur admirable conscience professionnelle.

Bien que le cadre de nos occupations soit éloigné de la géologie, nous avons, sur le conseil de M. Fallot, directeur de l'Institut de Géologie de Nancy, repris les travaux auxquels nous nous étions livré jadis à l'École des Mines de Paris, dans le but d'essayer de coordonner les résultats acquis touchant les calcaires du Barrois et d'y joindre les observations faites, par nous, au cours de longues années en Meuse et en Haute-Marne. Nous devons exprimer ici à M. Fallot nos plus vifs remerciements pour l'intérêt qu'il a bien voulu prendre à nos recherches et pour les conseils précieux que nous devons à son expérience ; nous tenons aussi à remercier très vivement M. Corroy, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille, qui nous a fait profiter de la connaissance parfaite qu'il a, non seulement du *Néocomien de la région orientale du Bassin parisien*, mais encore des formations sur lesquelles il repose. M. Cuénot, membre de l'Institut, M. de Lapparent, professeur de minéralogie à la Faculté de Strasbourg, Mlle Colette Dechaseaux, du Muséum, à Paris, ont bien voulu nous donner leurs avis sur des points délicats ; nous les prions de trouver ici l'expression de notre vive gratitude.

Veuille le lecteur excuser notre inexpérience en faveur de notre désir sincère de contribuer, dans la mesure de nos moyens, à l'étude d'un coin de terre qui nous est infiniment cher.

Voici la liste des ouvrages consultés :

Ouvrages fondamentaux :

Buvignier : Statistique géologique, minérallurgique et paléontologique du département de la Meuse Paris, 1852 (ouvrage et Atlas). M [1].

de Loriol, Royer et Tombeck : Étages jurassiques supérieurs du département de la Haute-Marne. *Mémoires de la Société Linnéenne de Normandie*, Caen, 1872. — H. M. [1].

Corroy : Néocomien de la Bordure orientale du Bassin de Paris. Nancy, 1925.

Aux fins de comparaison :

de Loriol et Cotteau : Monographie de l'Étage portlandien de l'Yonne. 1868. — Y. [1].

de Loriol et Pellat : *Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève.* — Notes sur le Portlandien du Boulonnais, t. 19, 23, 24. — B. [1].

Rigaux : Notice géologique sur le Bas-Boulonnais. Boulogne-sur-Mer, 1892.

Maillard : Invertébrés du Purbeckien du Jura. *Mémoires de la Société paléontologigue suisse*, t. XI, 1884.

1. Cette lettre désignera, dans notre texte, les ouvrages dont il s'agit.

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

Pour certains détails :

YVONNE DEHORNE : Les Stromatoporoïdés des terrains secondaires. Paris, 1920.
ZITTEL : Paléontologie, Munich et Leipzig, 1883.
LEWINSKI : Monographie géologique et paléontologique du Bononien de Pologne. *Mémoires de la Société géologique de France*, Paléontologie, t. 24 et 25.
BOUSSAC : Essai sur l'évolution des Cérithidés dans le Mésonumulitique du Bassin de Paris. *Annales Hébert*, t. VI, 1912.
CORNUEL : *Mémoires de la Société géologique de France*, 1839-40, t. 4, p. 288 et suiv.
D'ORBIGNY : Prodrome de Paléontologie stratigraphique, t. II, p. 57.
TOMBECK : *Bulletin de la Société géologique de France*, 2e sér., t. 24, p. 187.
DE TRIBOLET : *Bulletin de la Société géologique de France*, 3e sér., t. 4, p. 281.

STRATIGRAPHIE

La partie supérieure des formations jurassiques en Meuse et en Haute-Marne a été désignée, par Omalius d'Halloy, sous le nom de « Calcaires du Barrois ». C'est dans le Barrois, en effet, que ces formations atteignent leur plus grande puissance soit 180 m. environ aux environs de Bar-le-Duc.

Elles reposent sur les Marnes kimméridgiennes à *Exogyra virgula* et s'enfoncent sous les formations crétacées : gault et sables verts dans le Nord, sables et calcaires à spatangues, minerais de fer barrémiens, dans le Sud.

Elles se rapportent aux assises inférieures, moyennes et supérieures du Bononien. Les assises portlandiennes supérieures — l'Aquilonien — n'y sont, à notre connaissance, représentées nulle part ; quant au Portland Stone de l'Angleterre méridionale, il correspond à la partie supérieure des calcaires du Barrois, désignée — nous le verrons plus loin — sous le nom de zone à *Cyrena rugosa*.

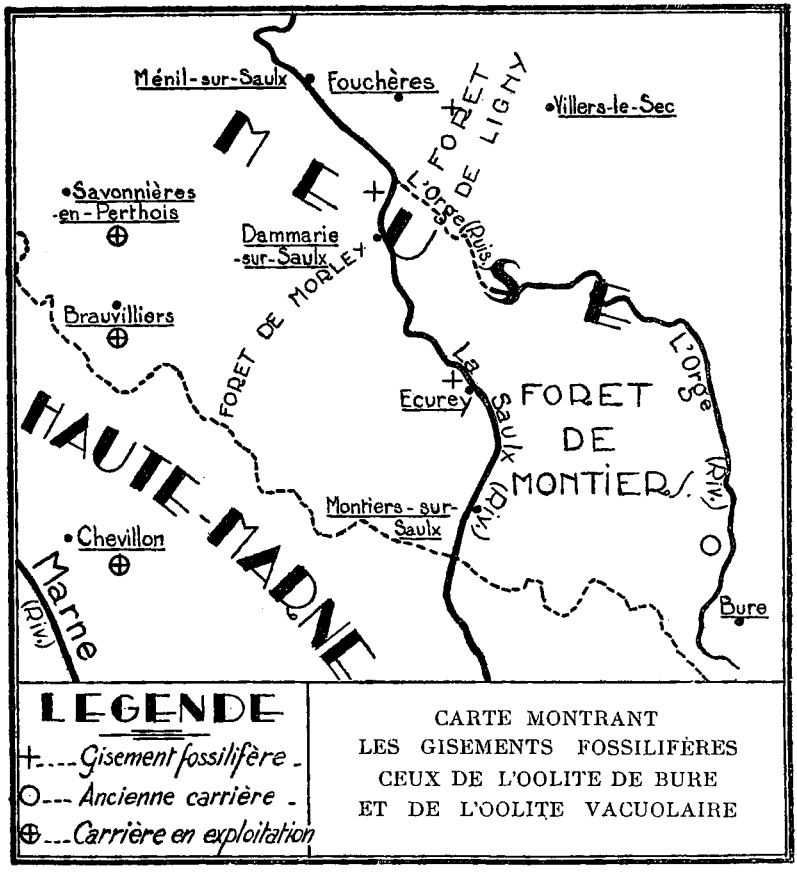
De façon plus générale, à propos de la correspondance des assises de cette époque avec celles des diverses régions de France et de l'Étranger, nous ne pouvons que renvoyer le lecteur au tableau dressé par M. Corroy, nos observations confirmant les siennes [1].

Géographie : Les calcaires du Barrois affleurent suivant une longue bande orientée du Nord-Est au Sud-Ouest ; on les rencontre d'abord dans la région de Varennes-en-Argonne, puis à travers tout le département de la Meuse ; à Bar-le-Duc, la largeur de l'affleurement est de 30 km. environ. On les suit en

1. CORROY (*op. cit.*). Tableau faisant suite à la page 46.

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

Haute-Marne dans les cantons de Joinville, de Doulaincourt, de Doulevant, de Juzennecourt ; ils pénètrent dans ceux de Wassy et de Montier-en-Der.



Dans la région de Varennes, ils sont réduits à quelques mètres d'épaisseur et les assises inférieures sont seules représentées : dans la région de Bar-le-Duc, ce sont les assises moyennes qui affleurent ; elles y sont très puissantes. Sur le plateau qui s'étend de Dammarie à Chevillon, en passant par Brauvillers et Savonnières, on voit affleurer les assises supérieures. Enfin, en Haute-Marne, ce sont les assises inférieures et moyennes qui dominent.

Divisions. — Nous distinguerons dans les calcaires du Barrois quatre zones :

1° la Zone à *Gravesia portlandica* ; qui se rapporte au Bononien inférieur.

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

2° la Zone à *Cyprina Brongniarti* } qui se rapportent au
3° *Calcaires tubuleux* } Bononien moyen.
4° la Zone à *Cyrena rugosa* ; qui se rapporte au Bononien supérieur.

Les zones 1, 2 et 4 sont celles que l'on admet en général.

Il nous paraît important de mettre ici en évidence les calcaires tubuleux ; en effet, à chacune des zones, correspond un faciès déterminé et une faune particulière ; or, les calcaires tubuleux tiennent, à cet égard, une place intéressante qui ne semble pas avoir été suffisamment mise en lumière.

Zone à *Gravesia Portlandica*. — Épaisseur totale 60 à 70 m. environ.

Il n'existe pas de séparation nette entre la base des calcaires du Barrois et les « marnes à gryphées virgules » : on trouve fréquemment des bancs marneux riches en « gryphées virgules » intercalés dans les assises inférieures.

a) La série débute par *un calcaire grisâtre* ; les bancs inférieurs sont marneux « à structure terreuse, d'un grain plus ou moins fin, d'une dureté moyenne, et très gélifs » (Buvignier). Ils passent progressivement à un calcaire dur et compact, à grain très fin, et à cassure conchoïde qui est un calcaire lithographique.

A la partie supérieure, on trouve des lits d'argile blanche alternant avec des bancs d'une roche tantôt jaune, tantôt bleuâtre, qui a donné jadis le « marbre d'Argonne ».

Au-dessus, Buvignier signale (M., p. 375) des « bancs fossilifères » que nous n'avons pu retrouver.

Les calcaires lithographiques signalés dans la Haute-Marne par Royer et Tombeck et comprenant « soit des bancs épais séparés par des lits de gryphées virgules, soit des alternats marno-calcaires bleuâtres » [1] à *Perisphinctes rotundus* sont contemporains de ces formations.

Nous les avons étudiés en particulier près de Joinville-en-Vallage, à Rupt et au tournant de Saint-Ame, dont nous donnons ici la coupe (fig. 1).

b) Marnes à *Hemicidaris purbeckensis* : Au-dessus de la formation précédente, on rencontre, dans le Sud de la Meuse, au delà de Montiers-sur-Saulx, des marnes à *Pleuromya tellina*. Royer et Tombeck les ont trouvées très fréquemment en Haute-Marne ; ils les caractérisent par *Hemicidaris purbeckensis*, *Pleuromya tellina*, *Gravesia portlandica* ; nous avons retrouvé ces fossiles, sauf dans la Meuse, *H. purbeckensis*.

1. H. M., p. 501.

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

c) Calcaires à *Gravesia irius* : C'est l'assise de la zone inférieure, dont l'étude est la plus facile, car on y a ouvert, pour

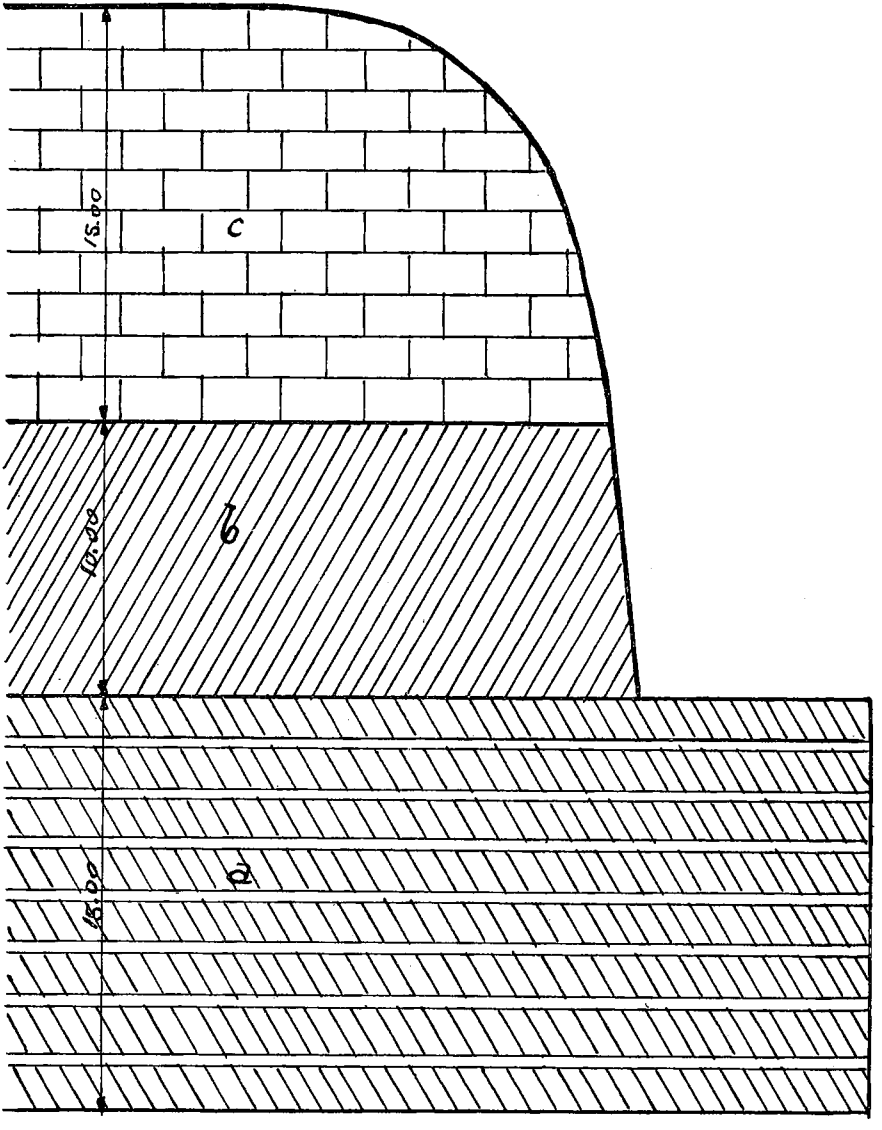


Fig. 1. — Coupe du Tournant de Sainte-Anne près de Joinville-en-Vallage.
a : Alternats marno-calcaires à *Perisphinctes rotundus*.
b : Marnes à *Hemicidaris Purbeckensis*.
c : Calcaires blanchâtres à *Gravesia Irius*.

Nous avons retrouvé et vérifié en 1912 cette coupe donnée antérieurement par Royer et Tombeck (H. M., p. 500).

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

l'empierrement des routes, de nombreuses carrières. Très développés sur les coteaux qui bordent les vallées de la Haute-Saulx et de la Marne, ce sont des calcaires durs, à cassure conchoïde, de couleur blanche, tirant, par places, sur le gris, le vert, ou le rose ; colorés parfois en jaune par de la limonite, présentant des zones à dendrites de manganèse constitués par des éléments très nombreux et très serrés.

On y rencontre fréquemment des stylolithes et des parties striées ; dans les parties roses, la calcite vient former des veinules, rarement des géodes, avec cristaux de calcite isolés ; les fossiles caractéristiques sont *Gravesia irius* et *Pleuromya tellina*.

Signalons aussi quelques lits minces de calcaire à ostrées intercalés.

Ces trois formations indiquent un faciès néritique avec une mer assez profonde.

d) *Oolite de Bure*. Le sommet de la zone à *Gravesia portlandica* est constitué par une assise oolitique dite « oolite de Bure » [voir la coupe fig. 2], faite d'un calcaire dur, dense et résistant, constitué surtout par des oolites très menues et par des débris de test de crinoïdes, brillants et plus gros ; ces derniers donnent quelquefois à la roche un aspect de calcaire à entroques (Montiers-sur-Saulx) ; d'autres fois, au contraire, ils sont peu abondants et le grain est extrêmement serré (Bure).

La puissance totale de l'assise varie de 1 m. à 1 m. 80 (Montiers-sur-Saulx). Il y a souvent deux bancs superposés.

Il nous a paru intéressant de rechercher, en examinant au microscope des plaques minces tirées de l'oolite de Bure, de quoi se compose cette roche, et quel devait être le faciès qui correspond à son dépôt ; les plaques étudiées ont été tirées de roches provenant des anciennes carrières de Bure, aujourd'hui abandonnées. Voici, d'après M. de Lapparent, professeur de minéralogie à la Faculté de Strasbourg, ce que l'on peut en dire.

Cette oolite est d'un type intermédiaire entre le calcaire oolitique et le calcaire graveleux, avec environ 50 % d'oolites pour 50 % de gravelles.

Ces dernières sont constituées par une *grande abondance de restes de crinoïdes*, ainsi que par des débris de *Brachiopodes*, de *Gastropodes*, de *Lamellibranches* et par quelques morceaux de *plaques d'oursins* ; on y voit également des *débris d'ossements* et de *Foraminifères rotalidés* indéterminables ; les noyaux des oolites sont le plus souvent constitués par les mêmes éléments, hormis les débris d'ossements.

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

La croûte oolitique est peu développée par rapport aux dimensions du noyau.

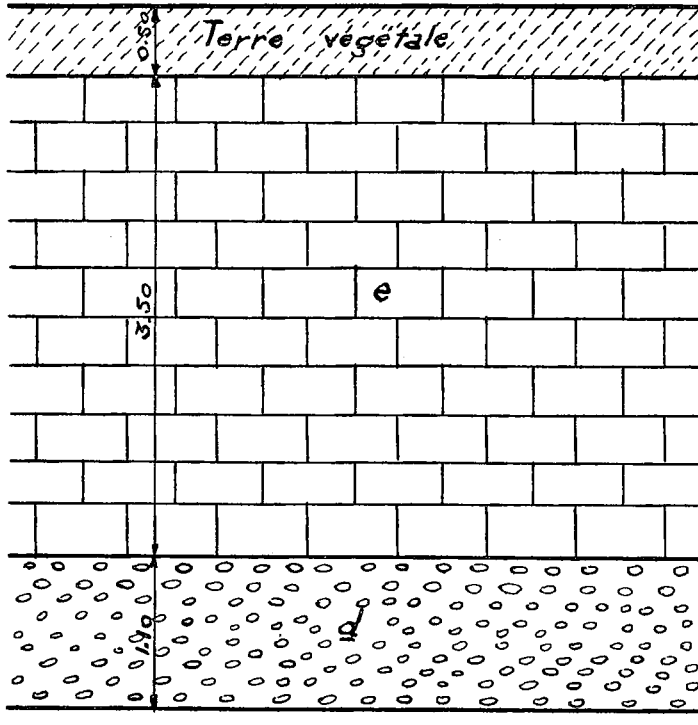


Fig. 2. — Coupe de l'une des anciennes carrières de Bure (Meuse).
d : Oolite de Bure.
e : Calcaires cariés.

Les gravelles sont plus ou moins attaquées par des algues perforantes : il s'agit donc d'un dépôt accompli sous une faible hauteur d'eau.

Cet examen micrographique nous montre que l'oolite de Bure est un dépôt littoral.

En outre, il établit que des crinoïdes nombreux vivaient à quelque distance ; or, nous n'en avons recueilli aucun et les auteurs qui nous ont précédé n'en signalent pas davantage ; il est intéressant aussi de retrouver ici les débris de ces oursins signalés par de Loriol, en Haute-Marne, dans la zone à *Gravesia portlandica*, alors que, dans la Meuse, ni Buvignier, ni nous, n'en avons recueilli le moindre exemplaire.

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

Zone à *Cyprina Brongniarti*. — Cette zone, dont l'épaisseur maxima atteint une centaine de mètres dans la région de Bar-le-Duc, comprend deux assises : les calcaires cariés à la base, les calcaires tachetés au sommet.

e) *Les calcaires cariés* reposent sur l'oolite de Bure (fig. 2). Ils sont blanchâtres et durs, « criblés de cavités irrégulières de toutes formes et de toutes dimensions, qui les rendent comme cariés » (Buvignier). On a beaucoup discuté sur l'origine de ces perforations ; sont-elles dues simplement à la circulation des eaux de pluie ? S'agit-il, comme le veulent Royer et Tombeck (H. M., p. 496) de marnes pénétrées, postérieurement à leur dépôt, par des infiltrations calcaires, et éliminées ensuite par les agents atmosphériques ? Nous n'osons nous prononcer.

Les calcaires cariés sont abondants dans la vallée de l'Ornain ; on les retrouve sur le haut plateau des sources de la Saulx : à Bure, entre Ribeaucourt et Montiers, aux minières d'Ecurey ; enfin, leurs débris couvrent le flanc des coteaux aux environs de Chevillon et de Joinville.

f) *Calcaires tachetés* [coupe fig. 3] : Ils sont « d'un blanc grisâtre, à cassure confuse » (Royer et Tombeck), « souvent nuancés de petites taches brunes, rougeâtres ou bleuâtres, isolées ou réunies en traînées irrégulières » (Buvignier). Ils renferment fréquemment des dendrites dus aux oxydes de manganèse ; ils sont de dureté moyenne et blanchissent les doigts au toucher ; ils ressemblent aux calcaires à *Gravesia irius*, mais ils sont plus friables et présentent des taches plus abondantes ; les bancs inférieurs sont peu fossilifères ; à mesure que l'on s'élève, la variété de la faune augmente ; on remarque des intercalations de bancs à ostrées (Ecurey — Route de Joinville à Wassy) ; quelques « tubes » analogues à ceux des calcaires tubuleux apparaissent (route de Joinville à Wassy) ; enfin, tout au sommet de la formation, on rencontre un banc peu épais de calcaire tendre gris verdâtre, la « pierre morte » de Vaux-sur-Blaise que nous avons retrouvée à Fouchères et à Dammarie [1] ; au-dessus, se trouve (en Haute-Marne, rarement en Meuse) un lit de calcaire bréchiforme qui passe aux calcaires tubuleux.

Dans l'ensemble, les calcaires tachetés sont très fossilifères : *Cyprina Brongniarti*, *Cardium Dufrenoyi*, *Cardium Verioti*, *Corbicella barrensis*, y abondent.

1. Cette assise de pierre morte, existant dans la Meuse entre la zone à *Cyprina Brongniarti* et les calcaires tubuleux, a échappé à Buvignier.

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

Tout ceci indique que le faciès est toujours néritique, mais qu'il correspond à une mer dont la profondeur diminue graduellement.

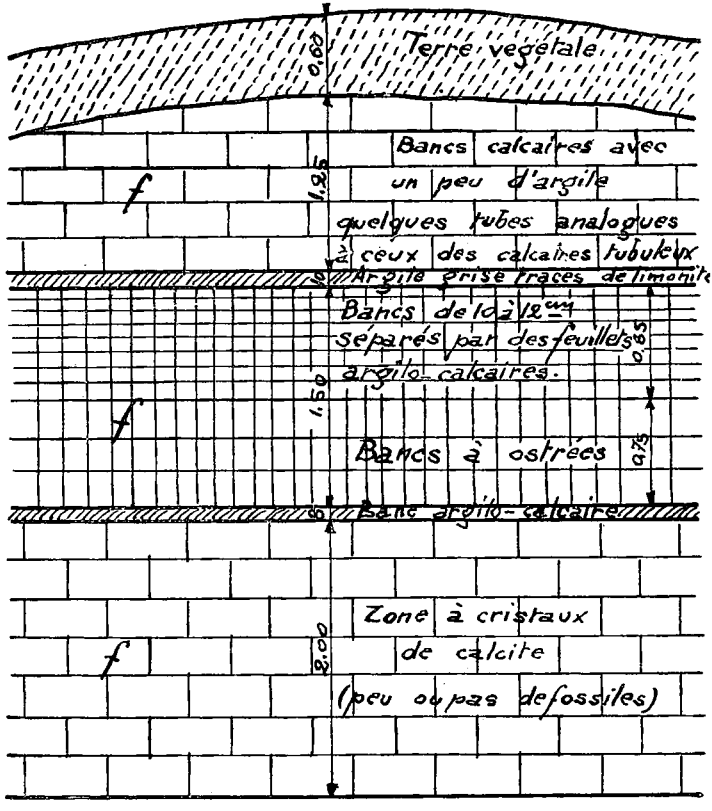


FIG. 3. — Coupe au lieu-dit « Pré Jacques ».
Route de Joinville-en-Vallage à Wassy.
f : Calcaires tachetés.

g) **Zone des Calcaires tubuleux** [coupe fig. 4]. — Ces calcaires, si particuliers, n'ont guère plus de 2 m. d'épaisseur maxima. Il est difficile de les définir mieux que ne l'a fait Cornuel [1].

A propos de l'origine des tubulures qui les sillonnent, les

1. « Le calcaire tubuleux est d'un blanc grisâtre, sonore, très dur et très compact. Cependant, il empâte quelquefois de petites oolites. Il est d'ordinaire traversé en tous sens par des tubulures, tantôt vides, tantôt remplies d'un calcaire également dur mais blanc, plus chargé d'oolites, et adhèrent intimement au reste de la masse. Ces tubulures dessinent une espèce de réseau détaché lorsqu'elles s'étendent horizontalement à la surface des strates. » (*op. cit*, p. 266 et suiv.)

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

auteurs ont donné des explications souvent compliquées (H. M., p. 494) ; nous admettons avec Royer et Tombeck qu'il s'agit de sillons laissés par des vers marins ; nous avons constaté, comme eux, que les tubulures sont soit horizontales et alors presque toujours semi-cylindriques, soit verticales et cylindriques. Si l'on se rappelle l'allure des sillons laissés par les vers le long des plages actuelles, ces observations confirment l'hypothèse de Royer et Tombeck ; de plus, les vers à restes identifiables sont nombreux dans les calcaires tubuleux (*Serpula coacervata — Serpula gordialis*) ; le dépôt de ces calcaires s'est fait en eaux peu profondes, donc dans des conditions favorables à la vie de ces animaux.

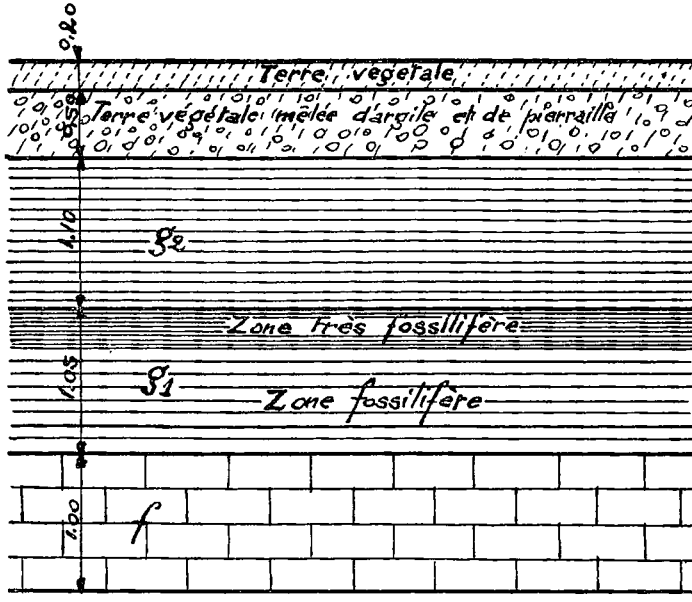


Fig. 4. — Coupe du gisement fossilifère de Fouchères (Meuse). Route de Fouchères à Villers-le-Sec.
f : Calcaires tachetés.
g_1 : Calcaires tubuleux.
g_2 : Calcaires tubuleux avec ostrées.

L'importance géologique des calcaires tubuleux résulte de ce fait, qu'*avec eux, la faune marine à proprement parler se raréfie ou disparaît* ; les Cérithes, les petits Gastropodes, les Lamellibranches d'eaux saumâtres apparaissent en grand nombre et se développent en abondance ; ils constituent, dans certaines assises de la Meuse (Fouchères, Ecurey Dammarie), une véritable faune locale. Si de Loriol, Royer et Tombeck n'ont remar-

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

qué au même degré ni l'étrangeté de cette faune, ni les particularités de composition indiquées ci-après, c'est qu'ils étudiaient des assises formées à une distance plus grande du rivage, moins caractéristiques par conséquent [1].

En outre, les calcaires tubuleux ont pour mur et pour toit des calcaires gris verdâtres qui sont tous plus ou moins franchement dolomitiques.

On rencontre ainsi, avec l'apparition des calcaires tubuleux, à la fois *un changement dans la faune* et *un changement dans la nature des sédiments* : c'est donc qu'ils marquent une variation très nette du faciès ; *ils correspondent à l'établissement, sinon du régime lagunaire, tout au moins d'un régime d'eaux saumâtres.* Nous chercherons plus loin quelles conclusions l'on peut tirer de l'étude de la faune locale dont nous venons d'indiquer l'existence.

Zone à *Cyrena rugosa*. — Puissante d'une dizaine de mètres environ, elle comprend trois assises principales :

Les calcaires gris verdâtres inférieurs,
L'oolite vacuolaire,
Les calcaires gris verdâtres supérieurs.

h) *Calcaires gris verdâtres inférieurs* [coupe fig. 5]. — Ce sont des calcaires à grain très fin, de couleur variable, allant du gris clair à un vert très accusé ; ils sont tantôt durs et compacts, à cassure vive ou esquilleuse, tantôt tendres et friables ; ils se présentent en bancs dont l'épaisseur varie de quelques centimètres à 1 m. 50.

Ils tiennent, intercalés, des dépôts qui paraissent avoir une allure lenticulaire : ce sont les *fromentelles*, les *calcaires poreux* et la *pierre morte du Barrois*.

La fromentelle est « un calcaire jaunâtre très dur, coquilleux, passant presque à la lumachelle ; les coquilles y sont tellement agrégés qu'il n'est guère possible d'en déterminer même le genre » (M., p. 390).

Le calcaire poreux est dur, de couleur foncée, tirant sur le jaune. Il doit son nom aux trous innombrables qui le traversent ; il constitue des assises peu épaisses à la base de l'oolite vacuolaire.

1. Ils signalent en particulier, comme fossiles abondants dans les calcaires tubuleux : *Cyprina Brongniarti*, *Thracia incerta*, *Trigonia Tombecki* qui sont des fossiles nettement marins : au cours de plus de cinquante courses aux gisements de Fouchères, de Dammarie et d'Ecurey, nous n'avons pas rencontré une seule Trigonie et une seule *Cyprina Brongniarti*. Les Thracies rencontrées sont peu nombreuses et elles appartiennent presque toutes à des formes rares ou inédites.

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

La pierre morte, très dolomitique, est tantôt friable et douce au toucher, tantôt dure et sableuse, on en voit une belle coupe près du village de Couvertpuis où elle a été exploitée longtemps :

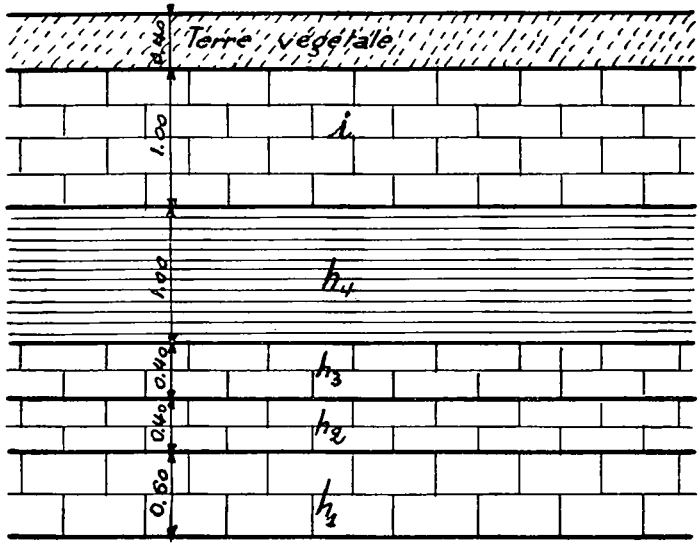


FIG. 5. — Coupe des anciennes carrières de Couverpuits (Meuse).
h_1, h_2, h_3 } Bancs exploitables de calcaire gris-verdâtre dont la dureté augmente avec la profondeur.
h_4 : Pierre morte en lits de 7 à 20 cm.
i : Calcaire blanc dur correspondant à l'oolite vacuolaire.

les assises supérieures se désagrègent au moindre choc ; à mesure que l'on descend, la dureté augmente : le banc qui avait déterminé l'exploitation est extrêmement dur ; en voici une analyse :

CO^3Ca	50,7
CO^3Mg	44,1
Fe^2O^3	2
Argile et sable	3,2 (M., p. 388)

Les calcaires gris verdâtres sont peu fossilifères ; ils présentent rarement des veines coquillières : cependant, certaines assises feuilletées sont pétries de *Corbula inflexa*.

i) *Oolite vacuolaire* [coupe fig. 6]. — L'oolite vacuolaire est de couleur claire, quelquefois jaunâtre ou rosée ; elle est constituée par des grains oolitiques sphériques ou allongés, souvent creux, et par des débris de Lamellibranches de dimensions variables, réunis par un ciment calcaire généralement cristallin.

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

Le ciment ne remplit pas toujours les intervalles qui existent entre les éléments constitutifs de la roche, d'où les « vacuoles » qui ont valu son nom à l'assise.

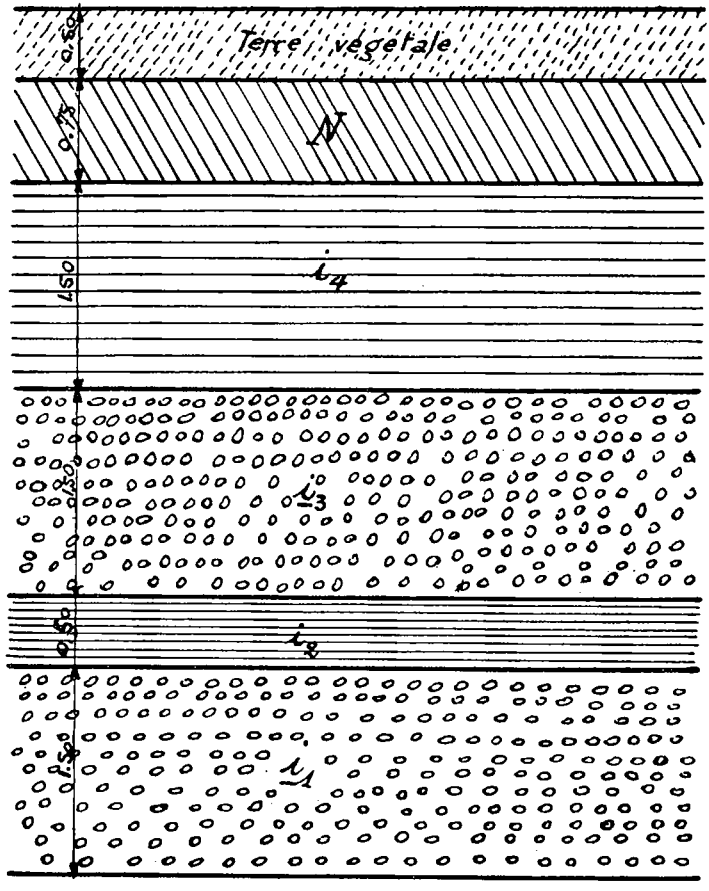


Fig. 6. — Coupe des carrières de Chevillon (Haute-Marne). Entrée du bois.

i_1 : Oolite vacuolaire.
i_2 : Calcaires feuilletés.
i_3 : Oolite vacuolaire à *Cyrena rugosa*, en abondance.
i_4 : Alternats de calcaires marneux tendres et de calcaires feuilletés avec restes de poissons.
N : Minerai néocomien.

Dans certaines localités (Dammarie, Couvertpuis), la roche n'est pas homogène : certaines parties non oolitiques sont constituées par un calcaire blanc dur et compact ; ailleurs, elle présente des géodes à cristaux de calcite.

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

Le nombre de bancs et leur puissance est variable ; à Savonnières, ils sont au nombre de quatre, dont l'épaisseur de bas en haut est de : 0 m. 55-0 m. 70, 0 m. 80-0 m. 80. A Brauvillers, il n'y a qu'un seul banc de 3 m. d'épaisseur.

A l'oolite vacuolaire, appartiennent les pierres de taille bien connues dites de Savonnières.

Voici, d'après le Laboratoire des Ponts et Chaussées, les caractéristiques des produits des différents gisements :

Gisements.	Poids du m³ en kilogr. après dessiccation.	Résistance à la rupture par compression de la pierre desséchée (kg. cm²).
Chevillon.	1.920	165
	2.050	360
	2.180	430
	2.250	520
Savonnières.	1.600 à 1.690	90 à 135
	1.940	230
	2.035	310
Brauvillers.	1.800	130
Morley.	2.050 à 2120	400
	2.430	800
Citons, de même, à titre de comparaison :		
Montiers (oolite dite de Bure).	2.321	631

Nous avons étudié des plaques minces tirées de l'oolite vacuolaire ; elles ne nous ont rien appris qui vaille la peine d'être mentionné ; nous reproduisons cependant ici, pl. IV, fig. 3, l'une d'elles, assez curieuse, tirée d'une roche recueillie dans une poche de minerai de fer des minières de Poissons (près de Joinville-en-Vallage). La roche encaissante appartenait à la zone à *Cyprina Brongniarti* ; le minerai était du fer géodique probablement valanginien ; nous avons recueilli, mêlés au minerai, des fragments d'oolite vacuolaire plus ou moins corrodés par les eaux et d'autant plus imprégnés de limonite que la corrosion avait été plus active ; or, il n'y a plus, sur le sommet de Poissons, d'oolite vacuolaire en place ; l'érosion l'a fait disparaître tout entière ; le fragment reproduit ici n'offre aucune oolite — bien qu'il puisse être rattaché avec certitude à l'oolite vacuolaire — mais bien

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

une série de sections transversales de Lamellibranches (comme on en rencontre parfois accumulés en quelques points des bancs) avec des vides nombreux dus à la corrosion.

Royer et Tombeck (H. M., p. 490) indiquent que l'oolite vacuolaire est remplacée, dans certaines localités, par un calcaire roussâtre de dureté variable, avec *Corbula inflexa* ; nous n'avons pas eu l'occasion de constater cette substitution dont Buvignier ne parle pas.

j) *Calcaires gris verdâtres supérieurs.* — « Ils sont en lits minces, souvent feuilletés ; ils passent, surtout vers la base, à des calcaires jaunâtres plus ou moins marneux et souvent très coquilleux » (Buvignier). Signalons quelques intercalations de sable siliceux (Cornuel). Cette formation, très peu importante, a souvent disparu par suite de l'érosion.

A la zone à *Cyrena rugosa* correspond *une mer aux eaux très peu profondes ; un régime lagunaire a dû subsister pendant toute la période correspondante.*

Retour du faciès néritique.
Fin des temps portlandiens dans le Barrois.

Étudiant un puits ouvert à Chancenay en 1870, à gauche de la route de Bar, Royer et Tombeck signalaient déjà [1], dans les calcaires de Chancenay « une véritable recurrence d'une partie de la faune de la zone à *Cyprina Brongniarti* au milieu de la zone à *Cyrena rugosa* » ; ils indiquent, en ce point, sous le calcaire néocomien à *Exogyra latissima*, var. *Coulonni*, une marne portlandienne verdâtre avec lit calcaire intercalé, de 1 m. 50 d'épaisseur.

De son côté, M. Corroy signale [2], dans la région de Chevillon et de Savonnières, un retour de la mer à la fin de l'oolite vacuolaire, caractérisé par *Trigonia gibbosa*, *Cyprina fossulata* et même par *Perisphinctes giganteus*.

Nous avons découvert, près du village de Sombreuil (Haute-Marne), situé à la limite de l'affleurement portlandien, une formation argilo-calcaire de 6 m. d'épaisseur dont l'étude vient confirmer ces observations [Coupe fig. 7].

A la base, se trouve la variété d'oolite vacuolaire dite « pierre

1. H. M., p. 490.
2. Corroy (*op. cit.*, p. 44).

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

de Sombreuil [1] ». Au-dessus, l'on rencontre de bas en haut les assises suivantes :

1° Des marnes jaunes feuilletées, formant un banc de 0 m. 50 environ ;
2° une formation argilo-calcaire de 6 m. d'épaisseur ;
3° un banc de calcaire néocomien à spatangues, nettement caractérisé, de 0 m. 90 d'épaisseur ;
4° la couche de terre végétale.

La formation argilo-calcaire est constituée à la base par un calcaire gris, marneux, très fossilifère ; au sommet, par une série de bancs marneux alternant avec des bancs presque exclusivement calcaires.

Les bancs marneux ont de vingt à ving-cinq centimètres d'épaisseur ; ils sont de couleur foncée tirant sur le bleu ; ils renferment des nodules de calcaire dur d'un grain très serré, de la grosseur du poing.

Les bancs calcaires sont de couleur plus claire, moins durs que les nodules, plus durs que le calcaire gris de base.

La faune se compose d'un grand nombre de Lamellibranches parmi lesquels domine *Pleuromia alpreckensis* DE LOR., voisine de *Pleuromya tellina* AG. si abondante dans certaines assises portlandiennes du Barrois et comprenant en outre :

Isocardia striata, *Serpula sinistra*,
Pecten arenatus, — *gordialis*.

Les assises de Sombreuil présentent donc de grandes analogies avec des formations classées comme portlandiennes, telles les marnes de Thil-Riberpré [2] (Seine-Inférieure).

Elles correspondent à un retour de la mer et à un régime d'eaux beaucoup plus profondes que celles de la zone à *Cyrena rugosa*.

Immédiatement après le dépôt de ces marnes, le mouvement épirogénique change de sens à nouveau et la région du Barrois et de la Haute-Marne est exondée. Il est possible qu'une partie importante de la région vint à l'être sans connaître ce retour de la mer, car, en maint endroit, les assises crétacées reposent soit sur les calcaires gris verdâtres supérieurs, soit sur l'oolite vacuo-

1. Cette pierre se laisse parfaitement tailler ; elle résiste très bien à l'humidité et à la gelée de l'hiver lorrain. Cette raison détermina, au XVIe siècle, le duc Claude de Guise à faire exploiter les carrières de Sombreuil, lorsqu'il construisit, à Joinville, le Château du Grand Jardin, dont les murs devaient être couverts de sculptures délicates. Ces carrières sont aujourd'hui abandonnées.

2. Mais les fossiles de Thil-Riberpré appartiennent à la faune boréale à *Virgatites scythicus*.

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

laire, soit même sur les calcaires tachetés : encore faut-il nous méfier de l'érosion qui a pu faire disparaître certaines assises sans qu'elles aient laissé de traces, et, par conséquent, nous induire en erreur sur le moment où le point considéré fut exondé.

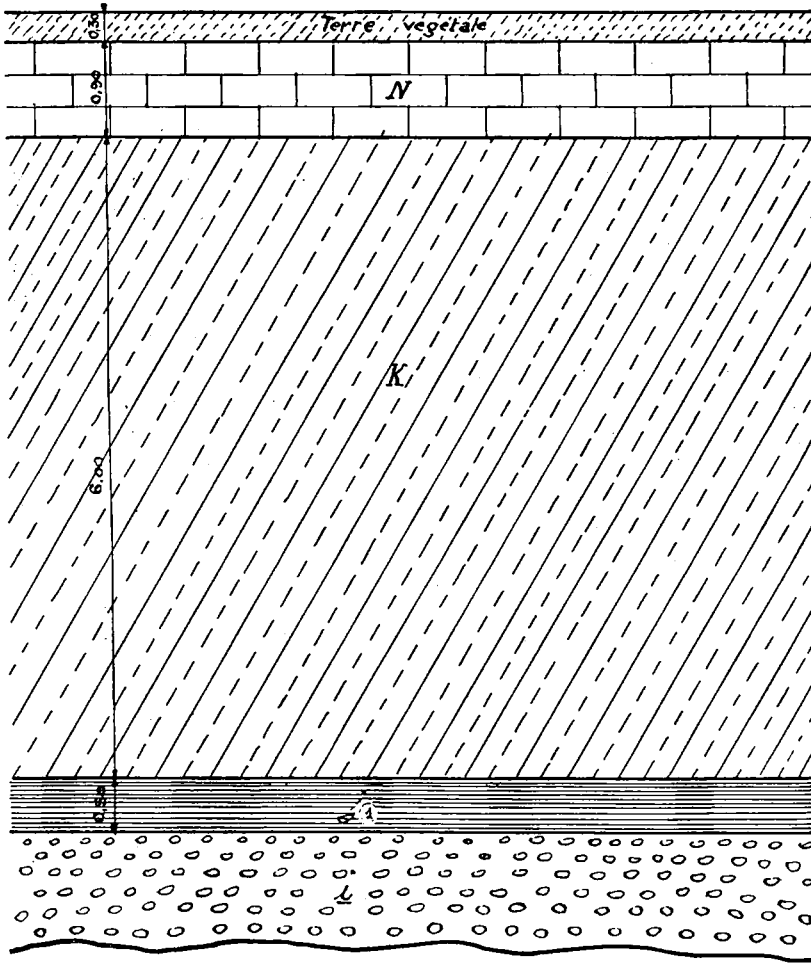


Fig. 7. — Anciennes carrières de Sombreuil (Haute-Marne).
i : Pierre de Sombreuil (oolite vacuolaire).
j : Marnes jaunes feuilletées.
K : *Formation argilo-calcaire.*
N : Calcaire à spatangues néocomien.

A ce propos nous avons observé aux minières de Montreuil (Haute-Marne) le fait suivant :

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

Le minerai de fer barrémien y remplit de grandes cavités creusées dans les calcaires tachetés ; il n'y a nulle part trace d'oolite vacuolaire en place ; mais on retrouve, mêlés au minerai, des blocs de cette roche, violemment corrodés par l'érosion — nous l'avons vu en étudiant la plaque mince pl. IV, fig. 3 — et plus ou moins chargés d'oxyde de fer. *Donc, entre le moment où s'est déposée l'oolite vacuolaire et celui où le minerai de fer barrémien s'est constitué définitivement, les assises portlandiennes ont été exondées pendant un laps de temps suffisant pour permettre à l'érosion de détruire à peu près totalement les formations supérieures et d'entamer les formations moyennes.*

Quoi qu'il en soit, nous tenons à bien préciser que, *tenu compte des observations des auteurs qui nous ont précédé, aussi bien que des nôtres, les marnes de Sombreuil paraissent être le terme extrême des assises portlandiennes du Barrois, que ce terme est bononien et que nulle part, à notre connaissance, n'existent, dans la région, des couches à faune véritablement purbeckienne correspondant à l'Aquilonien.*

Accidents des calcaires portlandiens.

Trous et cavités. — Les calcaires du Barrois présentent à peu près partout des cavités d'importance variable, dues à l'action dissolvante des eaux chargées d'acide carbonique. Parfois, ce sont de simples trous de la grosseur du poing où la calcite est venue constituer des scalénoèdres ; d'autres fois, ce sont des puits verticaux très profonds ou des grottes spacieuses ; d'autres fois enfin, ce sont des abîmes qu'aucun homme n'a jamais osé explorer.

Parmi les puits, citons celui de la route de Montiers-sur-Saulx à Ribeaucourt, et la « cave Gonzalois » dans la forêt de Morley.

Parmi les grottes, citons le trou des Bons Amants au Val-Payart, faite d'un puits vertical de 4 m. de profondeur, aboutissant à une rampe à 45° qui se prolonge par une galerie de 20 à 25 m. de long.

Enfin, les abîmes de Beauregard, situés dans la forêt de Morley (Meuse), tout près des ruines de l'enceinte dite « Camp des Romains », restent entourés de légendes et de mystère.

Failles. — La région du Barrois ne présente guère de traces de mouvements orogéniques violents : partout, les sédiments sont restés horizontaux. On remarque cependant une faille dite

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

RÉSUMÉ STRATIGRAPHIQUE

Zones	Divisions	Coupes figurées
Retour au faciès néritique.	*K*) Formation argilo-calcaire. j_1) Marnes jaunes feuilletées.	Coupe de Sombreuil (Haute-Marne).
Zone à *Cyrena rugosa*. Puissance max. : 10 m. env. Faciès : lagunaire. Mer : peu profonde.	*j*) Calcaire gris verdâtre supérieur. *i*) Oolite vacuolaire. *h*) Calcaire gris verdâtre inférieur (dolomitique) dit pierre-morte du Barrois.	Ancienne carrière de Couvertpuis (Meuse). Carrière de Chevillon (Hte-Marne). Ancienne carrière de Couvertpuis.
Calcaires tubuleux. Puissance max. : 2 m. env. Faciès : saumâtre. Mer : très peu profonde.	*g*) Calcaires tubuleux.	Gisement de Fouchères (Meuse).
Zone à *Cyprina Brongniarti*. Puissance max. : 100 m. env. Faciès : néritique. Mer : moins profonde.	*f*) Calcaires tachetés. *f*) Pierre-morte de Vaux-sur-Blaise (dolomitique). *e*) Calcaires cariés.	Pré-Jacques (près Joinville). Carrière de Bure (Meuse).
Zone à *Gravesia portlandica*. Puissance max. : 60 à 70 m. Faciès : néritique. Mer : assez profonde.	*d*) Oolite de Bure. *c*) Calcaire à *Gravesia irius*. *b*) Marne à *Hemicidaris purbeckensis*. *a*) Calcaire grisâtre, bancs marno-calcaires.	Carrière de Bure (Meuse). St-Ame près Joinville-en-Vallage. Id. Id.

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

« faille d'Ancerville » qui a produit au pied du plateau de ce nom la vallée de Cousances et de Baudonvillers. Là, les assises du Portlandien supérieur forment un escarpement de 50 m. de haut au-dessus du gault et des autres terrains crétacés inférieurs. La faille se dirige « du S 10° E au N° 10 W, de Narcy au bois de Rupt et, de là, au NW jusqu'à Lombroye et Trois-Fontaines (Marne) » (Buvignier).

Il existe également des traces de mouvements moins importants : Royer et Tombeck signalent des dislocations au fond des minières de Villers-le-Sec ; nous en avons observé une autre, peu importante, dans une carrière située entre Dammarie et Fouchères (Meuse).

PALÉONTOLOGIE

La faune des calcaires du Barrois a été étudiée et en grande partie décrite par Buvignier en 1852 et par de Loriol en 1872, dans les ouvrages cités plus haut. Nous avons vu que chacun des deux auteurs s'occupe exclusivement de son département et que de là proviennent les différences que l'on constate dans leurs travaux : ceux de Buvignier, relatifs à des formations plus littorales, décrivent surtout des Gastropodes et des fossiles d'eaux saumâtres ; ceux de de Loriol, des Lamellibranches.

Nous avons collectionné pendant de longues années les fossiles des calcaires du Barrois de l'un et de l'autre département ; nous avons réussi à retrouver la presque totalité des formes décrites ou citées par les auteurs ; en outre, nous avons recueilli un certain nombre d'espèces non décrites par eux, dont les unes sont inédites ; les autres, découvertes précédemment dans le Portlandien du Boulonnais ou de l'Yonne, permettent de fixer des points communs aux faunes du Barrois et de ces deux provinces ; enfin, certains de nos fossiles présentent des variations qu'il peut paraître intéressant de mettre en lumière.

Dans l'ensemble, cette faune est caractérisée par la très grande rareté ou du moins par la localisation des restes d'animaux franchement littoraux ; on ne trouve des traces de foraminifères que dans les formations oolitiques ; les crustacés sont exceptionnels.

De même, les animaux pélagiques céphalopodes et brachiopodes sont rares. Les Lamellibranches dominent et par le nombre des espèces et par la fréquence des individus rencontrés ; les Gastropodes, moins nombreux, tiennent cependant une place

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

importante ; il faut ajouter enfin quelques restes de poissons, quelques débris très rares de reptiles. Quant aux végétaux, ils sont exceptionnels.

Ceux de ces fossiles qui se rattachent à des formes rares dans les formations secondaires méritent de retenir l'attention. Ce sont : *Pectunculus*, *Leda* parmi les Lamellibranches, *Cerithium*, *Bulla*, *Tornatella*, parmi les Gastropodes. Ces formes constituent, dans certains gisements [1], une véritable faune locale, qui ne compte pas moins d'une trentaine d'espèces nettement caractérisées ; elles sont, le plus souvent, de petite taille ; l'ornementation en est simplifiée ; mais elles présentent pour la plupart à un point singulier les caractères qui distinguent leurs descendants du Nummulitique ou du Néogène.

L'étude de la faune que l'on rencontre dans les calcaires du Barrois est rendue difficile par le mauvais état de conservation des exemplaires recueillis, ainsi que par les difficultés d'échantillonnage et de préparation qu'ils présentent ; aussi, la liste des espèces énumérées est-elle certainement incomplète, bien qu'elle résulte de longues années de recherches.

Les conditions de fossilisation sont en général défavorables à une étude morphologique complète : la coquille a presque toujours été dissoute ; ont seuls, d'ordinaire, conservé leur test les ostréidés et les pinnidés ; encore, pour ces derniers, la conservation laisse-t-elle à désirer ; dans quelques autres cas très rares, nous avons recueilli des fragments du test, adhérent tantôt au moule interne, tantôt au moule externe. D'ordinaire, l'espace occupé initialement par la coquille reste vide ; il faut alors recueillir les moules interne et externe et prendre un double moulage pour pouvoir classer l'échantillon avec certitude. Exceptionnellement, le test est remplacé soit par des cristaux de calcite qui sont venus remplir le vide laissé par sa dissolution, soit par un moulage calcaire qui en tient exactement la place.

Le tableau qui suit donne le détail de la faune des calcaires du Barrois. Les espèces signalées pour la première fois sont marquées $\times$; celles que les auteurs ont déjà signalées sont marquées $\pm$; celles que nous n'avons pu retrouver sont marquées $+$. Nous indiquerons par les lettres Y et B les espèces qui sont signalées dans le Boulonnais et dans l'Yonne par les auteurs.

1. Citons en particulier celui de Fouchères (Meuse), sur la route de Fouchères à Villers-le-Sec, celui d'Ecure (Meuse) ; carrière voisine de la Fonderie.
Celui de Dammarie-sur-Saulx (Meuse) ; carrière maintenant remblayée entre la route de Dammarie au Bouchon et la route privée de Dammarie aux Fonderies.

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

DÉSIGNATION	A	ZONES [1]				OBSERVATIONS
		1	2	3	4	
FORAMINIFÈRES						
Alveolina	+(M)					L'état de ces foraminifères rend leur détermination très incertaine.
Cristellaria	+(M)					
CORALLIAIRES						
Caryophyllia	+(M)					
HYDROZOAIRES						
Actinostromaria mosensis n. sp.				×		Espèce nouvelle très rare.
ECHINIDES						
Pseudocidaris Thurmanni ETALLON sp.			+(H-M.)			B On remarque qu'en Haute-Marne, les Échinides sont retrouvés intacts, alors que dans les formations littorales de l'oolite de Bure (Meuse), leurs débris ne sont plus identifiables.
Hemicidaris Purbeckensis FORBES sp.		+(H-M.)				Y-B
Hemicidaris Desorina COTTEAU sp.		+(H-M.)				
Hemicidaris pisum COTTEAU sp.		+(H-M.)				
Echinobrissus Haimei WRIGHT sp. . .			+(H-M.)			Y-B
Echinobrissus Perroni ETALLON sp. . .		+(H-M.)				B
Pygurus Blumenbachi AGASSIZ sp. . . .		+(H-M.)				B
BRACHIOPODES						
Terebratula moravica.			×			
Terebratula subsella LEYMERIE sp.			±			Y-B
Rhynchonella pinguis OPPEL sp.			+(H-M.)			B
MOLLUSQUES						
1° ***LAMELLIBRANCHES***						
TAXODONTES						
NUCULACÉS.						
Leda dammariensis BUV.			±	±	±	Y
Nucula ancervillensis DE LOR.			+(H-M.)	×		Très rare.

La colonne A renferme les fossiles indiqués par les auteurs sans désignation de zone.

1. La zone 1 est celle à *Gravesia portlandica* ; la zone 2, celle à *Cyprina Brongniarti* ; la zone 3, celle des calcaires tubuleux, et la zone 4, celle à *Cyrena rugosa*.

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

DÉSIGNATION	A	ZONES 1	2	3	4	OBSERVATIONS
ARCACÉS.						
Cucullea texta ROEM. sp.		+(H-M.)	±	?	×	Y-B
Arca catalaunica DE LOR.			+(H-M.)	?	×	
Arca rhomboidalis CONTEJEAN sp.				×		Y-B
Cucullea texta ROEM. sp.			±			Rare.
Pectunculus dammariensis BUV.					±	Très rare.
DISODONTES						Nous avons recueilli, fixée à un exemplaire de *Gravesia portlandica*, une valve infér. d'*Anomia* indéterminable.
OSTRÉIDÉS.						
Anomia jurensis ROEMER sp.		×	±		+(M.)	
Exogyra virgula GOLDF. sp.		±				Y-B
Exogyra bruntutana[1] THURM. sp.		±	±	±	±	
Exogyra spiralis GOLDF. sp.			±			Espèces très communes.
Exogyra denticulata ROEM. sp.			±			
Ostroea catalaunica DE LOR.			±			
LIMIDÉS.						
Lima delinata DE LOR.		±				
Lima argonensis BUV.			±			Rare.
Camptonectes lamellosus SOW. sp.	+ (M.)					
Chlamys suprajurensis BUV. sp.		+(M.)	±			
Entolium nudum BUV. sp.			±	±		
Aequipecten Grenieri CONTEJEAN sp.				×		Signalé dans le Virgulien de Haute-Marne (H.-M.).
MYTILIDÉS.						
Mytilus icaunensis DE LOR.		+(H-M.)	+(H-M.)			
Mytilus Morrisii SHARPE sp.		+(H-M.)	±			Y-B

1. *Exogyra bruntutana* est, avec *Gervilia linearis* et *Isocardia striata*, la seule espèce que l'on rencontre, à notre connaissance, à tous les niveaux des assises portlandiennes du Barrois.

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

DÉSIGNATION	A	ZONES 1	2	3	4	OBSERVATIONS
Mytilus autissiodorensis COTTEAU...			+(H-M.)			B
Mytilus Tombecki DE LOR.			+(H-M.)			
Mytilus perplicatus ETALLON sp.			×	×		Signalé dans le Ptérocérien de Haute-Marne (H.-M.).
Mytilus subreniformis CORNUEL			±		±	
Mytilus pectinatus SOW sp.					+ (M.)	
Modiola pulcherrima ROEM. sp.			±			
PINNIDÉS.						
Pinna granulata SOW. sp.		±				Y-B Classification de Buvignier ; de Loriol n'admet qu'une espèce : *Pinna suprajurensis* D'ORB.
Pinna barrensis BUV. sp.		±	±			Y-B
Pinna obliquata DESHAYE sp.			±			
AVICULIDÉS.						
Avicula rhomboïdalis.			+(H-M.)	?	±	
INOCÉRAMIDÉS.						
Gervilia tetragona ROEM. sp.		×				B Signalée dans le Ptérocérien de Haute-Marne (H.-M.).
Gervilia linearis BUV.		±	±	±	±	Y-B L'une des seules espèces rencontrées à tous les niveaux des calcaires du Barrois.
Gervilia arenaria ROEM. sp.				×		Très rare ; signalée dans le Purbeckien du Jura.
SCHIZODONTES						
Trigonia Cottaldi MUNIER sp.		+(H-M.)				Y
Trigonia boloniensis DE LOR.		±	±			Y-B
Trigonia incurva BENNET sp.....		±	±			Y
Trigonia matronensis DE LOR.....		±	±			
Trigonia Pellati MUNIER.		±	±			B

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

DÉSIGNATION	A	ZONES 1	2	3	4	OBSERVATIONS	
Trigonia barrensis Buv. sp.			±			Y-B	
Trigonia concentrica. Agassiz sp.			±				
Trigonia Tombecki de Lor.			±				
Trigonia truncata Agassiz sp.			±			Y	
Trigonia gibbosa Sow. sp.					±		
HETERODONTES							
ASTARTIDÉS.							
Astarte ancervillensis de Lor.		+(H-M.)	×		×		
Astarte desoriana Cotteau sp.		+(H-M.)	×		×	Y	
Astarte ambigua Buv.			±				
Astarte matronensis de Lor.			±				
Astarte cingulata Contejean.			×	×		B	Signalée au Virgulien par de Loriol.
Astarte puellaris de Lor.			±	?	×	Y	
Astrate vallonia de Lor.			±	?	×	Y	
Astarte bruta Contejean				×		Rare.	
Cardita incurva Buv.			±				
Cardita laevigata Buv.			±				
Cardita collinea Buv.			±	±		B	
LUCINIDÉS.							
Lucina Royeri de Lor.		±					
Lucina fragosa de Lor.		+(H-M.)	?	×		Y	Ces espèces sont rares dans les calcaires tubuleux.
Lucina rugosa de Lor. sp.		+(H-M.)	?	×		Y-B	
Lucina portlandica Sow.			+(H-M.)			B	
Corbicella barrensis Buv. sp.		+(H-M.)	+(H-M.)			Y	
Corbicella Moroeana Buv. sp.		+(H-M.)	+(M.)	×		Y	

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

DÉSIGNATION	A	ZONES 1	2	3	4	OBSERVATIONS
TELLINIDÉS.						
Tellina barrensis BUV.		+(H-M.)	±	×		Devient rare et finit par disparaître dans les calcaires tubuleux.
Psammobia mosensis BUV.				×		Très rare. Trouvée par Buvignier dans l'oolite oxfordienne et le coral-rag de St-Mihiel.
CARDIIDÉS.						
Cardium Dufrenoyi BUV. sp.		±	±	±		Y-B
Unicardium Verioti BUV.		±	±	×		Y-B
Cardium pesolinum CONTEJEAN sp.				+(H-M.)		Y
Cardium collineum BUV			±	±		Très rare.
Cardium Morriseum BUV.			±	±		Y-B
Cardium bernouillense DE LOR.			±	?	×	Y
Cardium dissimile SOW.			±	?	×	B
Cardium vassiacense DE LOR.					±	
CYPRINIDÉS.						
Cyprina Brongniarti PICTET et RENEVIER sp.			±	±		Y-B Espèce caractéristique très rare dans les calcaires tubuleux.
Cyprina birostrata DE LOR.			±			
Cyprina Courcellensis DE LOR.			+(H-M.)			
Cyprina Questrecquensis.			×			B
Cyprina Royeri DE LOR.			±			
Isocardia striata D'ORB. sp.		+(H-M.)	±	×	×	B Devient rare dans les calcaires tubuleux. Se retrouve dans les marnes de Sombreuil.
Isocardia autissiodorensis COTTEAU			±			Y
Isocardia Cornuta KLOEDEN sp.			×			Très rare.
CYRÉNIDÉS.						
Cyrena rugosa sp.				±	±	B Espèce caractéristique.

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

DÉSIGNATION	A	ZONES 1	2	3	4	OBSERVATIONS
DESMODONTES						
PHOLADOMYIDÉS.						
Pholadomya hortula AGASSIZ sp.		±				Y
Pholadomya Protei DEFRANCE sp.		±	×			
Pholadomya acuticostata SOW. sp.			±			
Pholadomya barrensis BUV. sp.			±			Malgré l'opinion de de Loriol (H. M., p.145) qui a réuni ces deux espèces sous le nom de *Plectomya rugosa*, nous les trouvons suffisamment différenciées pour suivre la classification de Buvignier.
Pholadomya Cornueliana BUV. sp. . . .			±			
Pholadomya truncata GOLDF. sp.			±			
Pholadomya Tombecki DE LOR.				×		Trouvée par de Loriol dans les assises séquaniennes de la Haute-Marne.
Pholadomya demogetina BUV.					±	Rare.
Ceromya excentrica AGASSIZ sp.		×				La zone a *Gravesia portlandica* nous a fourni un magnifique exemplaire de cette espèce qui ne paraît pas encore avoir été signalée dans les assises portlandiennes.
Pleuromya autissiodorensis COTTEAU .		+(H.-M)	+(H-M.)			Y
Pleuromya tellina AGASSIZ sp.		±	±			Y-B
Pleuromya sinuosa DE LOR. sp.			±			Très abondante dans les assises inférieures de la zone à *Cyprina Brongniarti* ; disparaît dans les bancs fossilifères sur lesquels reposent les calcaires tubuleux.
Pleuromya tellina var. *gracilis* TERQUEM sp.			×			Très rare.

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

DÉSIGNATION	A	ZONES 1	2	3	4	OBSERVATIONS
Pleuromya matronensis de LOR.			+(H-M.)			
Gresslya peregrina AGASSIZ sp.				×		Très rare.
MYIDÉS.						
Palaeomya autissiodorensis DE LOR. sp.		±	±			Y
Machomya Dunkeri sp.		±	±			Y
Corbula dammariensis BUV.			±	±		Y
Corbula (Noera) mosensis BUV. sp. . . .			±	±		Y
Corbula (Noera) portlandica DE LOR. . . .				×		Y Rare.
Corbula (Noera) Saemanni DE LOR. . . .				×		Rare.
Corbula inflexa ROEM. sp.					±	
Corbula planulata BUV.					±	Rare.
ANATINIDÉS.						
Anatina cochlearella BUV.		+(M.)	?	?	×	Très rare.
Anatina Deshayesea BUV.		±				Très rare.
Anatina Courteautiana COTTEAU			+(H-M.)			
Thracia incerta THURMANN var. *depressa* MORRIS sp.		±	×			B Rare dans la zone à *Cyprina Brongniarti.*
Thracia incerta THURMANN sp. . . .			±	×		Y-B Très rare dans les calc. tubuleux.
Thracia incerta THUR. var. *ecuriensis* nov.			×			*Variété nouvelle* rare.
Thracia incerta THURMANN var. *Tombecki* DE LOR. . . .			±			Rare.
Thracia aberrans DE LOR.			+(H-M.)			
Thracia Merkelii n. sp.				×		*Espèce nouvelle.*
Thracia Cornueli DE LOR.				×	±	Très rare dans les calcaires tubuleux.
2° *SCAPHOPODES*						
Dentalium tenue MUNSTER sp.	+(M.)					

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

DÉSIGNATION	A	ZONES 1	2	3	4	OBSERVATIONS
3° *GASTROPODES*						
BULLIDÉS.						
Bulla cylindrella BUV.				±		Y Rare.
Bulla truncatula BUV.				±		Très rare.
ACTÉONIDÉS.						
Tornatella (*Actaeon*) *miliaris* BUV.				±		Très rare.
Tornatella (*Actaeon*) *secalina* BUV. . . .				±		Y
NÉRINÉIDÉS.						
Nerinea Quehenensis DE LOR.				±		B
Nerinea bacillaris BUV.					±	Rare.
PLEUROTOMARIDÉS.						
Pleurotomaria mosensis BUV.			±			
Pleurotomaria Royeri DE LOR.			±			
TROCHIDÉS.						
Turbo Durui DE LOR.			+(H-M.)	?	×	Y Très rare dans la zone à *Cyrena rugosa*.
Turbo laevis BUV. . .				×		Signalé par Buvignier dans le Coral-rag de Saint-Mihiel.
Trochus dammariensis BUV.				±		Très rare.
Delphinula Vivauxea BUV.			+(M.)	±		B
PATELLIDÉS.						
Patella suprajurensis BUV.				±		Rare.
Patella vassiacensis DE LOR.					+(H-M.)	
NATICIDÉS.						
Natica cireyensis DE LOR.		+(H-M.)				
Natica Florae DE LOR		+(H-M.)				Y
Natica suprajurensis BUV.		±	±			Y

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

DÉSIGNATION	A	ZONES 1	2	3	4	OBSERVATIONS
Natica Veriotina BUV.		±	±			B
Natica ancervillensis DE LOR.			+(H-M.)			
Natica rachecourtensis DE LOR.			+(H-M.)			
Natica hemispherica ROEM. sp.				×		Très rare.
Natica barrensis BUV.			±	±		Y Rare dans les calcaires tubuleux.
Natica marcousana D'ORB. sp.			+(H-M.)			B
Natica vacuolaris DE LOR.			×	?	+(H-M.)	
PSEUDOMÉLANIIDÉS.						
Pseudomelania gigantea (LEYMERIE) DE LOR. sp.		+(H-M.)				Y
MÉLANIIDÉS.						
Melania cylindracea CORNUEL.				×		Très rare.
PLEUROCÉRIIDÉS.						
Leptoxis subangulata MAILLARD				×		Très rare.
PALUDINIIDÉS.						
Lioplax ecuriense n. sp.				×		*Espèce nouvelle.* Très rare.
CÉRITHIDÉS.						
Cerithium granicostatum BUV.		±				Très rare.
Cerithium septemplicatum ROEM. sp.		±	±			Commun.
Cerithium autossidorense COTTEAU.			±			Y-B
Cerithium bicatenatum BUV.			±			Rare.
Cerithium dammariense BUV.			±			Très rare.
Cerithium dissimile BUV.			±			Rare.
Cerithium Heberti BUV.			±			Y Rare.
Cerithium inerme BUV.			±			Rare.
Cerithium Lamberti DE LOR.			±			Y-B
Cerithium striatellum BUV.			±			Très rare.

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

DÉSIGNATION	A	ZONES				OBSERVATIONS
		1	2	3	4	
Cerithium Verioti Buv.			±			Rare.
Cerithium vivauxeum Buv.			±			Rare.
Cerithium minutum n. sp.			×	?	×	*Espèce nouvelle.*
Cerithium Carabœufi de Lor.				×		B Très rare.
Cerithium clavulus Buv.				±		Rare.
Cerithium ecuriense n. sp.				×		*Espèce nouvelle.*
Cerithium Michaelense Buv				±		Rare.
Cerithium nodoneum Buv.				±		Très rare.
Cerithium trinodule Buv.			±	×		B
Cerithium Merkelii n. sp.				×		Espèce *nouvelle.*
Cerithium Beaugrandi de Lor.					×	B Très rare.
Cerithium crenulatum Cornuel et Lor. sp.				×	+(H-M.)	
Cerithium pseudo-excavatum de Lor.					×	B Très rare.
Chénopidés.						
Pterocera oceani (Brongniart) de la Bèche sp.		+(H-M.)				B
Pterocera icaunensis Cotteau		±	±			Y
Pterocera musca Desh.	+(M.)					
Alaria Tombecki de Lor.		+(H.M-)				
Alaria Dyonisea de Lor. sp.			±			Y Rare.
Aporrhais autissiodorensis de Lor. sp.			+(H-M.)			Y
Strombidés.						
Rostellaria autissiodorensis de Lor. sp.			±			
Rostellaria barrensis Buv.			+(M.)			Très rare.

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

DÉSIGNATION	A	ZONES 1	2	3	4	OBSERVATIONS
Rostellaria Demogetina BUV.			±			Rare.
Rostellaria Raulinea BUV.			±			Très rare.
Rostellaria nuda BUV.			±	±		Très rare.
Rostellaria longiscata BUV.				×		Très rare. Trouvée par Buvignier dans le calcaire à spatangues.
4° **CÉPHALOPODES**						
Aspidoceras catalaunicus DE LOR. n. sp.		+(H-M.)				
Aulacostephanus autissiodorensis COTTEAU sp.		+(H-M.)				Y
Gravesia Gravesi D'ORB. sp.		+(H-M.)				Y
Gravesia Irius D'ORB sp.		±				Y
Gravesia portlandica ZITTEL. sp.		±				Y-B Espèce caractéristique.
Perisphinctes biplex SOW. sp.		+(H-M.)				
Perisphinctes rotundus SOW. sp.		±				Y
Perisphinctes suprajurensis D'ORB. sp.			+(H-M.)			B
Aptychus Flamandi CONTEJEAN sp.		±				
Nautilus	+(M.)					
ANNÉLIDÉS						
Serpula Gordialis SCHLOTHEIM sp.		(H-M.)		×		B
Serpula coacervata BLUM. sp.				×		B
Arenicolites				×		B
CRUSTACÉS						
PollicipesRoyeri DE. LOR.			+(H-M.)			
POISSONS						
Pycnodus Gigas AGASSIZ sp.			+(H-M.)			Les restes de poissons, toujours très rares et très incomplets, se prêtent mal à une détermination précise.

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

DÉSIGNATION	A	ZONES 1	2	3	4	OBSERVATIONS
Pycnodus Sauvagei PICTET.			+(H-M.)			
Pycnodus Mantelli AGASSIZ.				×	+(H-M.)	
Sphaerodus gigas AGASSIZ.			+(H-M.)	±	+(H-M.)	
Pholidophorus Cornueli PICTET					+(H-M.)	
Strophodus subreticulatus AGASSIZ.					+(H-M.)	
Leptolepis matronensis PICTET.					+(H-M.)	
Asteracanthus.			+(H-M.)			
REPTILES						
Testudo.			×	×		Des ossements de tortues se trouvent, isolés et rares, dans ces formations.
Machimosaurus		×				Une vertèbre trouvée près de Varennes-en-Argonne a été déterminée par M. Henri Douvillé.
Crocodilus.			+(M.)			Rare; ossements isolés.
Plesiosaurus (?)			+(M.)			Rare; ossements isolés.
Dinosaurien.		×				Une énorme vertèbre, trouvée près de Varennes en Argonne, a été attribuée par M. Henri Douvillé à un dinosaurien.
VÉGÉTAUX						
Brachyphyllum (?)...				×		Unique, étudié par Zeiller.
Tronc de conifère...				×		

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

En résumé, les espèces recueillies à ce jour dans les calcaires du Barrois comprennent :

Foraminifères			2	espèces
Coralliaires			1	—
Hydrozoaires			1	—
Echinides			7	—
Brachiopodes			3	—
Mollusques-Lamellibranches	113	espèces		
Scaphopodes	1	—		
Gastropodes	63	—		
Céphalopodes	10	—		
	187		187	—
Annélidés			3	—
Crustacés			1	—
Poissons			8	—
Reptiles			5	—
Végétaux			2	—
		Soit au total :	220	espèces

Sur ce nombre, 7 sont inédites.

ESPÈCES NOUVELLES

Voici maintenant la description des espèces inédites.

Actinostromaria mosensis n. sp. Planche IV, fig. 1 et 2.

L'échantillon que nous allons décrire présente très exactement les caractères des Stromatopores indiqués par Zittel [1].

La colonie se compose de feuillets calcaires parallèles, ondulés, concentriques, séparés par des intervalles (Interlaminarraüme de Zittel), de dimensions variables. Les feuillets voisins sont réunis par des piliers radiaux (Pfeiler) de calcaire ; le squelette tout entier est parcouru par de petits canaux irréguliers très fins. La coupe horizontale montre les piliers se juxtaposant de manière à former des lignes continues qui concourent pour former un calice unique ; cette espèce doit donc être rangée parmi les Stromatopores.

1. « Kugelige, knollige, horizontal ausgebreitete... Skelette die aus parallelen, welliggebogenen, durch engere oder weitere Zwischenraüme (Interlaminarraüme) geschiedenen Kalkblättern aufgebaut sind. Die benachbarten Blätter werden durch vertikale Kalkpfeiler miteinander verbunden ; das ganze Skelett ist von aüsserst feinen, haüfig irregular verlaufenden Kanälchen, durchzogen » Zittel (*op. cit.*).

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

En outre, les piliers radiaux traversent régulièrement l'ensemble ou tout au moins la plus grande partie des feuillets calcaires ; les lamelles se composent d'un réseau de fibres calcaires anastomosées ; les extrémités proéminentes de piliers radiaux donnent à la surface un aspect finement granulé ; les astrorhizes, quoique rares, existent ; les travaux de Zittel et ceux, récents, d'Yvonne Dehorne, nous montrent qu'en conséquence la colonie doit être rangée parmi les Actinostromidés.

Mais les piliers radiaux sont très réguliers et très robustes ; la colonie est massive ; il ne peut donc s'agir du genre *Actinostroma*, mais bien du genre *Actinostromaria* Munier-Chalmas. Rappelons que, jusqu'à ce jour, on considère ce genre comme exclusivement mésozoïque et que l'on n'en connaît que deux espèces : l'une *A. Lugeoni* Y. Dehorne du Valanginien et l'autre *A. stellata* M.-Ch. abondante au Cénomanien.

Notre colonie, caractérisée par une texture très régulière, avec astrorhizes peu nombreuses, diffère nettement de ces deux espèces ; elle constitue une espèce nouvelle, la première signalée à ce jour aux temps jurassiques ; nous l'appellerons *Actinostromaria mosensis* n. sp.

C'est le gisement de Fouchères (Meuse) qui nous a fourni cet exemplaire unique qui, malheureusement, n'a pas été recueilli « en place », mais au contraire gisant sur le sol de la carrière ; nous ne savons donc pas s'il appartient aux calcaires tubuleux ou aux calcaires tachetés sur lesquels ils reposent.

Quoi qu'il en soit, on sait que, se basant sur les conditions nécessaires à la vie des Actinostromidés, conditions connues, puisque ces êtres subsistent aujourd'hui encore dans l'Océan Pacifique, Yvonne Dehorne explique que les calcaires à stromatoporidés massifs (ce qui est bien le cas d'*Actinostromaria mosensis*) ont le caractère de formations récifales, qu'il leur correspond une profondeur de 40 m. environ, avec fonds d'algues, une eau pure et sans vase, d'une salure normale déterminée, et une température comprise entre 20° et 27° ; si ces conditions de vie viennent à être modifiées, les stromatoporidés massifs ne peuvent plus vivre ; leur présence doit donc nous permettre de conclure à l'existence de ces conditions.

Étant donné ce que nous savons de la faune franchement marine des calcaires tachetés d'une part, de celle des calcaires tubuleux qui correspond à une région d'eaux saumâtres d'autre part, nous sommes portés à croire que c'est aux calcaires tachetés qu'il faut rapporter *Actinostromaria mosensis : des conditions très voisines de celles que nous venons d'énumérer, conditions de*

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

profondeur de la mer en particulier, auraient donc été réalisées au moment où se sont déposés les calcaires tachetés et au lieu considéré.

Variations dans le groupe de *Thracia incerta*. — Les auteurs ont tous signalé, dans les calcaires du Barrois, la présence d'abondantes *Thracia* qu'ils répartissent en trois espèces que nous citons ci-après avec leur bibliographie. Ce sont :

Thracia incerta THURMANN (DESHAYES).

1830. *Tellina incerta* THURMANN, *Mém. Soc. Nationale Strasbourg*, pl. I, fig. 13.
1845. *Thracia Frearsiana* D'ORBIGNY, Russia, p. 471, pl. 40, fig. 17-18.
1872. *Thracia incerta* DE LORIOL, H. M., p. 203, pl. XI, fig. 9-10.
1875. *Thracia incerta* DE LORIOL, Boulogne, II, p. 32.
1875. *Thracia depressa* DE LORIOL, Boulogne II, p. 189, pl. XII, fig. 8.
1898. *Thracia incerta* SKEAT et MADOM, Boulders, p. 138, pl. IV, fig. 16.
1911. *Thracia incerta* BODEN POPILANI, p. 55, pl. V, fig. 21-22.
1922. *Thracia incerta* J. LEWINSKI, Bononien Pologne, p. 84, pl. VII, fig. 7.

Thracia depressa MORRIS (SOW.).

1823. *Mya depressa* P. SOWERBY, *Miner. conch.*, pl. CCCXVIII.
1835. — — P. SOWERBY. *Soc. Geol. Londres*, 2e série, vol. IV, pl. XXIII, fig. 9.
1842-45. *Corimya depressa* AGASSIZ, Myes, p. 263.
1842-45 ? *Corimya tenera* AGASSIZ, Myes, p. 271, pl. XXXIV, fig. 4-9.
1843. *Thracia depressa* MORRIS, *Catal. of. brit. foss.*, 1re édit., p. 204.
1848. *Corimya depressa*, *Corimya tenera* } BRONN, Index paléontol., 338-339.
1850. *Thracia depressa* D'ORBIGNY, Prodrome, t. II, p. 48.
1853. *Thracia depressa*, *Thracia tenera* } PICTET, Traité de paléontol., 2e édit., t. III, p. 401.
1854. *Thracia depressa* MORRIS, *Catal. of brit. foss.*, 2e édit., p. 227.
1856-58. — — OPPEL, Die Jura Formation, p. 218.
1859. — — CONTEJEAN, Kimméridien de Montbéliard, p. 216.
1860. — — DAMON, Geology of Weymouth, p. 67-70.
1863. — — DOLLFUSS, Kimméridien du Cap de la Hève, p. 20.
1866. — — PELLAT, *Bull. Soc. Géol. France*, 2e série, t. XXIII, p. 207.
1866. — — DE LORIOL et PELLAT, Monographie de l'étage portlandien de Boulogne, p. 48.

Thracia Tombecki DE LORIOL.

1872. *Thracia Tombecki* DE LORIOL, H.-M., p. 208 et pl. XI, fig. 13 à 15.

Ces fossiles se rencontrent en plus ou moins grande abondance dans presque tous les gisements fossilifères de la zone à

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

Cyprina Brongniarti ; mais les nombreux exemplaires recueillis présentent presque tous des différences entre eux.

Ces variations sont particulièrement sensibles dans certaines assises du gisement d'Écurey (Meuse) qui appartiennent à la partie supérieure de la zone à *Cyprina Brongniarti*. Notre deuxième planche les met en évidence (Pl. V, fig. 1 à 8).

Parmi tous ces fossiles, *Thracia incerta* est le plus abondant, et, à notre avis, le plus caractéristique en même temps que celui auquel on peut aisément rapporter tous les autres ; il est en quelque sorte annoncé par *Thracia depressa*, qui paraît un peu plus ancien et que nous sommes portés à considérer comme une prémutation : les différences que les auteurs indiquent comme spécifiques entre les différents types (forme plus ou moins orbiculaire, crochets plus ou moins épais ou plus ou moins saillants, bord anal plus ou moins arrondi) nous paraissent insuffisantes pour constituer des espèces différentes ; *Thracia depressa* et *Thracia Tombecki* doivent donc, nous semble-t-il, être considérées comme des variétés de *Thracia incerta* ; il convient d'ajouter, également à titre de variété, *Thracia ecuriensis* qui est inédite et dont nous allons parler plus loin.

Le dernier auteur qui, à notre connaissance, s'est occupé de la question, M. Lewinski [1], décrit, sous le nom de *Thracia incerta*, une forme intermédiaire aussi voisine de *Thracia Tombecki* que de *Thracia incerta*.

C'est une raison de plus, pour nous, de ranger toutes ces formes voisines dans une même espèce, en précisant d'ailleurs les caractères et de cette espèce et des trois variétés qu'elle offre.

Voici, d'après de Loriol [2], l'ensemble des caractères de *Thracia incerta* ; ils peuvent servir de caractères communs à tous ces fossiles.

Coquilles ovales, allongées, inéquilatérales presque équivalves ; les crochets sont nets mais peu renflés ; une carène plus ou moins accusée se dirige vers l'extrémité anale du bord palléal ; les extrémités bucale et anale sont arrondies ; l'ornementation se compose de stries concentriques très fines avec plis d'accroissement plus gros.

Voici maintenant les différences :

Chez *Thracia incerta* (Thurmann), la forme est ovale, la carène peu accentuée [3] ; la moyenne de plusieurs observations donne,

1. Lewinski, *op. cit.*, pl. VII, fig. 7.
2. H. M., p. 205.
3. Cependant, de Loriol reproduit (H. M. Pl. XI, fig. 9) une *Thracia incerta* plus grande et plus carénée ; nous avons retrouvé, à Écurey, la même variation, dont nous ne croyons pas devoir faire une variété distincte.

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

pour le quotient r de la plus grande longueur par la plus grande largeur, la valeur 1,55 (Planche V, fig. 3).

Chez *Thracia incerta* THURMANN variété *depressa* MORRIS, la coquille moins inéquilatérale, est un peu plus inéquivalve ; le rapport r diminue et n'est plus égal, en moyenne, qu'à 1,4 (Planche V, fig. 1).

Chez *Thracia incerta* (THURMANN) variété *Tombecki* DE LOR. la forme s'allonge beaucoup : le rapport r devient, en moyenne, égal à 1,8 ; la carène s'accentue ; les plis sont un peu plus saillants ; la partie anale de la coquille n'est plus arrondie, mais à angle droit (Planche V, fig. 8).

Le gisement d'Écurey, qui offre en abondance des représentants de ces trois variétés, en offre également qui s'intercalent entre *T. incerta* et *T. Tombecki* et qui diffèrent au moins autant de ces deux espèces que *T. depressa* diffère de *T. incerta* ; il nous paraît donc logique de les écrire comme représentant une variété distincte, que nous dénommerons *T. incerta* THURMANN variété *ecuriensis* (n. v.) (Planche V, fig. 5 et 6). *Elle se caractérise par le même rapport* r = *1,8 que* T. Tombecki, *joint au bord anal arrondi de* T. incerta. *En outre, elle est plus inéquilatérale que les trois autres variétés* (Planche V, fig. 5 et 6) ; on peut donc, nous semble-t-il, dresser le tableau suivant des variations de ces *Thracia* :

	Bord anal de r	Valeur	Carène	Valves
T. depressa	arrondi	1,4	peu accentuée	peu inéquilat.
T. incerta	arrondi	1,55	peu accentuée	plus inéquilat.
T. ecuriensis	arrondi	1,8	peu accentuée	très inéquilat.
T. Tombecki	rectangul.	1,8	accentuée	inéquilatérales

Nous négligeons d'autre part, une série d'exemplaires qui, à Écurey, donnent toutes les formes de passage entre ces 4 variétés.

Rappelons, qu'après avoir atteint leur développement maximum dans la partie supérieure de la zone à *Cyprina Brongniarti*, ces fossiles deviennent extrêmement rares dans les calcaires tubuleux qui servent de toit aux assises où ils étaient les plus nombreux.

Thracia Merkelii (n. sp.). — Les calcaires tubuleux de Fouchères nous ont fourni plusieurs exemplaires de la *Thracia* suivante qui diffère nettement des espèces précédentes. C'est une coquille allongée, ovale, à peu près équilatérale ; les extrémités

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

buccale et anale sont arrondies ; le rapport r atteint en moyenne 2,25 ; la carène est peu saillante ; l'ornementation comprend, de l'extrémité buccale à la carène, un série de stries concentriques très fines ; de la carène à l'extrémité anale, une série de côtes rayonnantes très fines issues du sommet (Planche V, fig. 9, 10, 11, 12, 13).

Lioplax ecuriense (n. sp.). — Hauteur : 4 mm. ; diamètre du dernier tour de spire : 3 mm. Coquille allongée, turriculée, à quatre tours de spire, dont le dernier occupe environ la moitié de la hauteur totale. L'ornementation est caractéristique : elle comprend une série de plis longitudinaux visibles sur le dernier tour de spire, effacés sur les autres ; ceci distigue *L. ecuriense* de *L. inflatum* (Sand) qui est identique de forme, mais presque complètement lisse (Planche VI, fig. 15 et 16).

Des calcaires tubuleux d'Ecurey (Meuse) : très rare.

Cérithidés

Certaines assises des calcaires du Barrois et plus spécialement les calcaires tubuleux renferment fréquemment des restes de cérithes ; l'abondance relative de ces formes à une époque si éloignée de celle qui correspond à leur épanouissement présente de l'intérêt. Malheureusement, les exemplaires recueillis se composent presque toujours d'empreintes souvent médiocres et incomplètes qui se prêtent, par conséquent, assez mal à un examen approfondi.

Parmi ces cérithes, il en est d'assez nombreux dont l'ornementation — qui est souvent le seul moyen de les différencier — présente beaucoup d'analogies : leurs spires sont striées de fines côtes transversales lisses ou sinueuses, plus ou moins noduleuses ; d'autre part, les exemplaires recueillis présentent des formes de passage entre des espèces déjà voisines.

Pour ces raisons, leur classification est difficile.

Sans insister sur toutes les espèces déjà décrites par les auteurs, nous nous arrêterons sur trois espèces nouvelles, dont la dernière, nous conduira à traiter un cas particulièrement typique.

Puis, nous comparerons entre elles les formes qui nous paraissent pouvoir dériver les unes des autres.

C. ecuriense n. sp. — Longueur $l = 14$ mm ; diamètre de la section à la hauteur de la bouche $d = 3{,}5$ mm.

Coquille allongée, turriculée ; les tours de spire au nombre

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

de 7 ou 8 ; l'ornementation, qui rappelle celle des nérinées, se compose, à la partie supérieure de chaque tour de spire, de cordons transversaux [1] au nombre de quatre ; les deux premiers sont fins et lisses ; les deux derniers plus forts, et plus espacés, sont dentelés ; à la partie inférieure de chaque tour de spire, sont des plis longitudinaux [1] saillants et flexueux.

Bien que nous ne puissions démontrer qu'il s'agit d'un cérithe plutôt que d'une nérinée, étant donné l'état des exemplaires recueillis, les analogies de forme et d'ornementation qui existent entre cette espèce et *C. pseudo-excavatum* DE LOR. nous la font désigner comme un Cérithe.

Des calcaires tubuleux de Fouchères (Meuse) ; assez rare, (PLANCHE VI, fig. 1 et 2).

Cerithium minutum n. sp. — $l = 3$ mm ; $d = 1$ mm. Coquille conique, aiguë, formée de cinq tours de spire rapidement décroissants à partir de la bouche ; l'ornementation se compose de plis longitudinaux très accentués. Cette petite coquille n'est certainement pas une forme jeune d'autres espèces ; nous l'avons retrouvée en effet fréquemment et toujours identique à elle-même dès la zone à *Cyprina Brongniarti* et dans des assises à *Cyrena rugosa*, d'un niveau très élevé dans la série portlandienne du Barrois, où les autres espèces de cérithes ont disparu.

Zone à *Cyprina Brongniarti* (Montiers-sur-Saulx) ; zone à *Cyrena rugosa* (Fouchères) ; assez commun.

Groupe du *Cerithium trinodule* BUV.

Buvignier décrit [2] sous le nom de *Cerithium trinodule* une coquille turriculée aiguë, à tours de spire presque planes, chargés de trois côtes spirales noduleuses régulières séparées par des intervalles planes et lisses. Les nodules des côtes transverses sont disposés suivant les lignes droites longitudinales ».

Plusieurs cérithes du Barrois se rapprochent de cette espèce ; de Loriol l'avait déjà remarqué [3] ; nous en avons recueilli divers exemplaires qui présentent entre eux d'indéniables analogies en même temps que certaines différences. La question se pose de savoir comment les répartir.

1. Les cordons « transversaux » sont parallèles aux lignes de suture des tours de spire ; les plis « longitudinaux » s'allongent dans le sens de la plus grande longueur de la coquille ; il est nécessaire de bien préciser ici le sens des mots « longitudinaux » et « transversaux » en raison des divergences que l'on relève chez les auteurs qui étudient les cérithes.
2. *Op. cit.* M., Atlas, p. 41 et Pl. XXVII.
3. H. M., p. 100.

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

On sait que, si l'on étudie les cérithes actuellement vivants, on constate des différences très sensibles entre les divers individus d'une même espèce qui évoluent rapidement en fonction de diverses circonstances ; à cet égard, le cas des types très différents de taille et d'ornementation que l'on range tous dans *une même espèce* dénommée *Cerithium vulgatum* est particulièrement typique ; mais ici, il s'agit d'animaux vivants, dont *tous* les caractères peuvent être aisément étudiés sur de *nombreux* échantillons.

Il en va tout autrement lorsqu'il s'agit de fossiles et cela d'autant plus que le matériel dont on dispose est moins abondant ou de conservation plus médiocre, ce qui se produit dans le cas qui nous occupe ; grouper devient difficile ; l'on ne peut le faire qu'avec prudence et en séparant, au moyen de noms différents, les individus chez lesquels les seuls caractères observables — l'ornementation en particulier — présentent des différences fixes ou à peu près fixes.

Reprenant les méthodes de Jean Boussac, nous réunirons en *un groupe*, celui de *Cerithium trinodule* (Buv.), tous les cérithes des calcaires du Barrois *chargés de trois cordons noduleux, d'importance égale ou non*, parallèles au tour de spire, ces cordons noduleux étant séparés par des *intervalles égaux ou inégaux* offrant un nombre *égal ou non de cordons plus fins, lisses* ou *à peine noduleux* ; ils sont longs de 15 à 18 mm. et ont un diamètre de 3 à 4 mm.

Nous rangerons, dans ce groupe, trois espèces qui se différencient au moyen des caractères de l'ornementation que nous venons de souligner, et nous appellerons :

Cerithium trinodule (Buv.) tous les exemplaires qui offrent trois cordons noduleux d'importance *égale ou à peu près*, séparés par des *intervalles égaux ou à peu près*, qu'ils soient lisses comme l'indique Buvignier, ou qu'ils offrent un nombre *égal* de cordons plus fins lisses ou à peine noduleux (Planche VI, fig. 9, 10, 13, 14).

Cerithium Merkelii n. s. p., tous les exemplaires où le premier cordon noduleux, plus fin, est chargé de nodules *plus petits* ; où les intervalles sont *inégaux*, celui *du haut plus étroit*, offrant *un seul*, celui du bas *deux* cordons plus fins lisses ou faiblement noduleux (Planche VI, fig. 7, 8, 11, 12).

Cerithium Lamberti (de Lor.), tous les exemplaires où le premier cordon noduleux est chargé de nodules *plus petits* ; où les inter-

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

valles sont *inégaux*, celui du haut, *plus large*, offrant trois ou quatre cordons lisses fins et serrés, celui du bas *un seul* cordon lisse plus fin (Planche VI, fig. 5, 6).

Il nous semble que l'on peut négliger les formes intermédiaires et ranger dans ces trois espèces tous les cérithes portlandiens du Barrois offrant trois côtes spirales noduleuses ; la diversité des exemplaires recueillis nous donne à penser qu'ils se sont trouvés dans un milieu propre à leur évolution rapide ; en outre, l'analogie de *C. trinodule* avec d'autres cérithes d'époque beaucoup plus tardive, tels que *C. Cordieri* des sables de Beauchamps nous a frappé. Elle a également attiré l'attention de M. Cuénot qui nous a, de plus, confirmé que ces cérithes devaient, comme nous le pensions, vivre en eaux saumâtres.

Groupements de diverses espèces de Cérithes.

Outre les trois espèces à cordons noduleux que nous venons d'étudier, il en est d'autres, parmi les Cérithes des calcaires du Barrois, dont l'ornementation offre des cordons ou des côtes plus ou moins noduleuses et aussi des plis longitudinaux. Il semble que l'on peut les caractériser brièvement comme suit :

C. septemplicatum Roem. sp. — Fines côtes spirales, plis longitudinaux.
C. striatellum Buv. — Fines côtes spirales, les plis longitudinaux disparaissent.
C. Caraboeufi de Lor. — Les côtes spirales tendent à devenir noduleuses, en particulier sur les côtes plus accentuées qui alternent avec des côtes plus fines.
C. Lamberti de Lor. — Trois côtes spirales noduleuses ; nodules de la première plus petits ; 3 à 4 fines côtes lisses dans l'intervalle entre la première et la deuxième côte noduleuse.
C. Merkelii n. sp. — Trois côtes spirales noduleuses ; nodules de la première plus petits ; dans le premier intervalle une, dans le second deux côtes plus fines et lisses ou faiblement noduleuses.
C. trinodule Buv. — Trois côtes spirales noduleuses ; d'importance à peu près égale ; intervalles à peu près égaux, lisses ou offrant une ou deux côtes spirales lisses ou faiblement noduleuses.

Et encore :

C. septemplicatum Roem. — Voir ci-dessus.
C. Michaelense Buv. — Deux des côtes transversales s'accentuent ; les plis longitudinaux disparaissent.
C. Verioti Buv. — Les deux côtes accentuées deviennent noduleuses.

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

C. Heberti Buv. — Les nodules de ces deux côtes s'accentuent, donnant l'impression de côtes longitudinales interrompues au milieu du tour de spire ; une côte placée au contact de la 2e côte noduleuse et contre la suture, devient faiblement noduleuse ; la 3e côte noduleuse s'annonce ainsi.

C. Lamberti de Lor. — }
C. Merkelii n. sp. } voir ci-dessus.
C. trinodule Buv. — }

Ainsi, 9 espèces de Cérithes semblent pouvoir se grouper à partir de *C. septemplicatum* qui paraît également être l'espèce la plus ancienne, pour aboutir à *C. trinodule*.

Tenu compte des observations que nous avons faites plus haut à partir de cette curieuse espèce, nous ne serions pas éloignés de croire que les espèces différentes énumérées ci-dessus ont effectivement fini par converger vers elle, *C. trinodule* pouvant être considéré comme une forme définitive au temps considéré. Forme qui donne lieu à l'observation du phénomène de convergence que nous venons de signaler en la comparant à *Cerithium Cordieri* des sables de Beauchamps.

Trois autres espèces présentent une ornementation assez voisine de celles que nous venons d'étudier ; ce sont :

C. bicatenatum Buv. — Les côtes spirales sont striées de côtes longitudinales interrompues vers le haut du tour de spire, donnant l'impression de deux rangées de nodules, ceux du bas plus importants que ceux du haut.

C. nodoneum Buv. — Fines côtes spirales. Les côtes longitudinales, interrompues, sont presque effacées sur les tours antérieurs.

C. Vivauxeum Buv. — Fines côtes spirales ; côtes longitudinales binoduleuses sur les derniers tours seulement.

Enfin, trois espèces de cérithes : *C. clavulus* Buv., *C. ecuriense* n. sp., *C. pseudoexcavatum* de Lor. ont les caractères communs suivants :

Ces trois espèces sont très allongées ; elles ont leurs lignes de suture fortement inclinées sur l'axe columellaire ; en outre, leur ornementation, qui rappelle celle des Nérinées, comporte essentiellement des côtes longitudinales larges, flexueuses, plutôt semblables à des plis, et interrompues sur un même tour de spire.

FOSSILES CARACTÉRISTIQUES.

Il est difficile de dresser pour chacune des zones étudiées, une liste de fossiles caractéristiques, car presque toutes les

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

espèces se rencontrent dans plusieurs zones ; en outre, beaucoup d'espèces sont rares ; nous pouvons cependant tirer les conclusions suivantes :

Exogyra bruntrutana (THURM.), *Gervilia linearis* (BUV.) et *Isocardia striata* (D'ORB.) se rencontrent à tous les niveaux.

La zone à *Gravesia portlandica* ZITTEL, caractérisée par cette espèce qui ne chevauche, à notre connaissance, sur aucune autre zone [1], offre également comme fossiles caractéristiques :

Gravesia irius D'ORB.
Pterocera oceani BRONGNIART,

et, dans les marnes de la base, d'après de Loriol, *Hemicidaris Purbeckensis* FORB., *pisum* COTT. et *Desoriana* COTT.

Parmi les espèces qui chevauchent sur cette zone et sur celle à *Cyprina Brongniarti*, citons, en mettant en tête les espèces les plus fréquentes :

Pleuromya tellina AG.
Thracia incerta THURM.
Pinna barrensis BUV. et *obliquata* BUV.
Corbicella barrensis BUV.
Trigonia boloniensis DE LOR.

et, parmi les espèces qui chevauchent en outre sur la zone des calcaires tubuleux :

Cardium Dufrenoyi BUV.
Cardium Verioti BUV.

La zone à *Cyprina Brongniarti* ROEM., caractérisée par cette espèce, qui ne se rencontre pas dans la zone à *Gravesia portlandica* et qui devient très rare dans les calcaires tubuleux, offre, comme espèce fréquente, outre celles que nous venons de signaler :

Trigonia barrensis BUV.

et, parmi celles qui chevauchent sur la zone des calcaires tubuleux :

Natica barrensis BUV.
Cerithium septemplicatum ROEM.

Les calcaires tubuleux sont caractérisés par l'ensemble de leur faune saumâtre, dont on rencontre tantôt l'un tantôt l'autre des représentants et plus particulièrement parmi les Gastropodes :

1. Cependant, de Loriol (H. M., p. 495) signale, dans la zone à *Cyprina Brongniarti*, un fragment de *Gravesia portlandica* recueilli par Cornuel.

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

Cerithium trinodule Buv. et ses variations
Cerithium Merkelii n. sp.
Tornatella secalina Buv.

parmi les Lamellibranches :

Leda dammariensis Buv.
Corbula dammariensis Buv.

Enfin, dans la zone à *Cyrena rugosa* Sow., caractérisée par cette espèce qui apparaît dans les calcaires tubuleux, citons :

Corbula inflexa Roem.
Trigonia Gibbosa Sow.

puis :

Avicula rhomboïdalis Corn.
Mytilus subreniformis Corn.

qui, apparus dans la zone à *Cyprina Brongniarti*, pullulent dans la zone à *Cyrena rugosa*.

Comparaison de la faune du Barrois avec celles du Boulonnais, de l'Yonne et du Jura.

Si l'on compare la faune des calcaires du Barrois avec celles, contemporaines, du Boulonnais, de l'Yonne, et aussi avec celle du Purbeckien du Jura, on remarque que les faunes du Barrois, du Boulonnais et de l'Yonne présentent une analogie très nette en ce qui concerne les zones à *Gravesia portlandica* et à *Cyprina Brongniarti* : même allure générale, mêmes genres, et, en général, mêmes fossiles appartenant aux espèces les plus caractéristiques.

Les faunes du Barrois et du Boulonnais sont d'une richesse comparable, puisque nous comptons 205 espèces d'invertébrés dans le Barrois et 186 dans le Boulonnais contre 122 seulement dans l'Yonne ; les calcaires du Barrois fournissent cependant une variété d'espèces plus grande ; il semble, également, que les représentants de ces espèces soient aussi plus nombreux, au moins dans certains gisements ; mais en raison, surtout, de l'existence, dans le Barrois, de la faune des calcaires tubuleux, il est une différence importante entre leur faune et celle du Boulonnais et de l'Yonne : les espèces d'eaux saumâtres n'existent guère dans les assises de l'Yonne ; elles sont peu nombreuses dans le Boulonnais ; elles abondent, au contraire, dans les assises du Barrois des zones 3 et 4 ; quelques-unes d'entre elles, qu'il s'agisse de gastropodes et de cerithidés fort rares et aussi de

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

quelques lamellibranches très particuliers, ressemblent même à certaines formes trouvées par Maillard dans le Purbeckien du Jura, et appartenant à une faune différente de celle que nous étudions.

C'est ainsi que dans la zone 3 (calcaires tubuleux), des formes d'ordinaire fluviatiles sont représentées par quelques exemplaires d'une grande rareté (*Lioplax*, *Leptoxis*, *Melania*).

Conclusions a tirer de l'étude des conditions de vie de la faune des calcaires tubuleux.

Un premier problème nous est posé par la présence d'*Actinostromaria mosensis* n. sp. dans la carrière de Fouchères, où s'épanouit, au-dessus des calcaires tachetés fossilifères, la faune des calcaires tubuleux. Nous avons cru devoir rattacher *Actinostromaria mosensis* aux calcaires tachetés et, du fait de sa présence, nous avons émis l'hypothèse qu'au moment où ces calcaires se sont déposés, des conditions de vie voisines de celles indiquées par Yvonne Dehorne comme nécessaires à l'existence des *Actinostromaria* devaient exister, c'est-à-dire une profondeur marine d'environ 40 m., des eaux pures, une salure normale, et une température comprise entre 20° et 27°.

Si nous cherchons maintenant quelles conditions de vie correspondent à la faune très particulière des calcaires tubuleux, nous remarquons qu'il y a coexistence de formes marines abondantes (*Nucula*, *Leda*, *Lucina*, *Thracia*, *Bulla*, *Tornatella*, etc...), de formes d'estuaire (*Corbula*) et de rares formes d'ordinaire fluviatiles (*Leptoxis*, *Lioplax*, *Melania*) représentées dans nos collections par des exemplaires uniques ou très rares.

D'autre part, il y a un mélange d'animaux vivant sur des fonds rocheux (*Cerithium*) et d'autres vivant sur des fonds vaseux (*Natica*, et rares Pholadomyes).

La plupart des gastropodes recueillis sont carnivores, d'autres cependant sont herbivores (Trochidés) et vivent normalement à faible profondeur. Enfin, de très rares végétaux (*Brachyphyllum* — Conifère), les seuls qui aient été signalés à ce jour, à notre connaissance, dans les calcaires du Barrois, ont été recueillis par nous dans ces assises de la région de la Haute-Saulx.

Il est fort délicat de définir un milieu qui concilie ces diverses caractéristiques. Mais la difficulté même du problème nous incite d'abord à le poser clairement, ensuite à proposer une solution — ne serait-ce qu'à titre de base de discussion.

Il nous paraît très probable qu'à l'ensemble de la faune des

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

calcaires tubuleux, correspond un régime d'eaux saumâtres peu profondes.

Dans la région de la haute vallée de la Saulx, les caractères que nous venons d'exposer s'accentuent et sont portés à leur maximum dans certains gisements tels que ceux de Fouchères, d'Ecurey et de Dammarie : si de Loriol, Royer et Tombeck, chercheurs habiles et infatigables, n'en ont pas trouvé d'aussi particuliers dans les régions qu'ils ont explorées, c'est que, vraisemblablement, ils n'existent que là ; en outre, là seulement ont été rencontrés par nous de très rares débris végétaux. C'est donc que cette faune locale, aux caractères si divers, devait vivre à proximité d'un rivage ; *ne pourrait-il s'agir d'une faune d'estuaire qui aurait régné dans ce coin de la haute vallée de la Saulx entre Montiers-sur-Saulx et Ménil-sur-Saulx (distance 15 km. environ) sur une profondeur de quelques kilomètres en direction de Villers-le-Sec, sommet du plateau ?*

ESSAI DE SYNTHÈSE

« ... Le chant des plaines qui hier étaient la mer et sur qui les flots reviendront demain... ».
Pierre TERMIER.

Cherchons maintenant à mettre en évidence les traits saillants qui résultent de cette étude stratigraphique et paléontologique.

Il semble qu'à l'aurore des temps portlandiens, une mer assez profonde recouvre le Barrois ; la faune qui vit dans ses eaux est peu nombreuse ; ce sont des ammonites, des pleuromyes, d'autres lamellibranches encore, quelques poissons de la famille des Pycnodontes, et aussi des oursins dont les restes se retrouvent dans l'oolite de Bure, en cet endroit des vallées actuelles de la haute Saulx et de l'Orge dont un littoral n'est pas éloigné.

Peu à peu, la profondeur des eaux diminue ; le faciès devient néritique ; en même temps, la faune se multiplie ; les lamellibranches — et parmi eux *Cyprina Brongniarti* — se développent, quelques gastropodes apparaissent, les ammonites ont disparu. Peut-être à ce moment les conditions de vie sont-elles voisines de celles que nous offre aujourd'hui la Polynésie : dans des eaux pures et sous un climat doux, se déposent quelques formations récifales à stromatopores.

La profondeur de la mer diminue encore et voici qu'apparaît ce faciès si particulier auquel correspondent les calcaires tubu-

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

leux ; les eaux sont peu profondes maintenant et les êtres y pullulent; à côté des formes qui vivaient précédemment et dont beaucoup continuent à vivre, apparaît et se développe rapidement une faune singulièrement mêlée où de petits gastropodes d'eaux saumâtres, et parmi eux des cérithes qui évoluent très rapidement, tiennent une place importante ; des vers sillonnent le fond de la mer, des poissons y vivent, et aussi quelques tortues, quelques rares reptibles.

Un rivage, que découpe sans doute un estuaire, s'allonge au long de la vallée actuelle de la Haute Saulx ; des conifères vivent sur ce rivage.

Puis, voici que le faciès devient lagunaire, les gastropodes diminuent ou disparaissent; les petits lamellibranches et parmi eux *Cyrena rugosa* pullulent : l'oolite vacuolaire prend naissance et couvre d'importantes assises encore en place, la région de Savonnières, de Chevillon, de Brauvillers.

Mais la mer vient à reparaître, le faciès redevient néritique, des bancs argilo-calcaires se déposent où viennent s'échouer les restes de pleuromyes, et même quelques ammonites.

Puis, le mouvement change de sens à nouveau et la région est exondée : les temps portlandiens sont accomplis.

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

EXPLICATION DES PLANCHES IV, V ET VI

Planche IV

1. — ***Actinostromaria mosensis***, n. sp. coupe transversale grossie 2 fois 1/2.
2. Id. coupe longitudinale grossie 2 fois 1/2.
3. — ***Oolite vacuolaire corrodée***, grossissement 25.

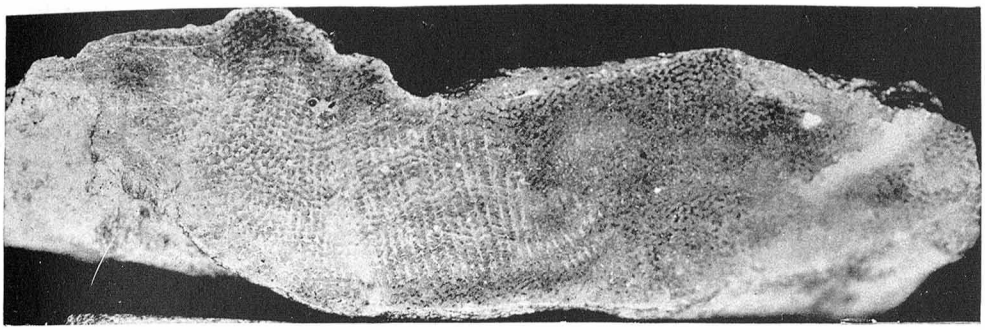
Planche V

1. — ***Thracia incerta*** Thurm. variété *depressa* Morris moule interne.
2. — Forme intermédiaire entre la précédente et la suivante Id.
3. — ***Thracia incerta*** Thurm. Id.
4. — Forme intermédiaire entre la précédente et la suivante. Id.
5. — ***Thracia incerta*** Thurm. variété *ecuriensis* n. var. Id.
6. Id. Id.
7. — Forme intermédiaire entre *Thracia incerta* Thurm. et la suivante. Id.
8. — ***Thracia incerta*** Thurm., variété *Tombecki* de Lor. Id.
9. — ***Thracia Merkelii*** n. sp. moule externe.
10. — Id. moule interne.
11. — Id. moule externe grossi 3 fois 1/2.
12. — Id. moulage obtenu à partir du moule précédent.
13. — Id. moulage montrant les côtes rayonnantes.

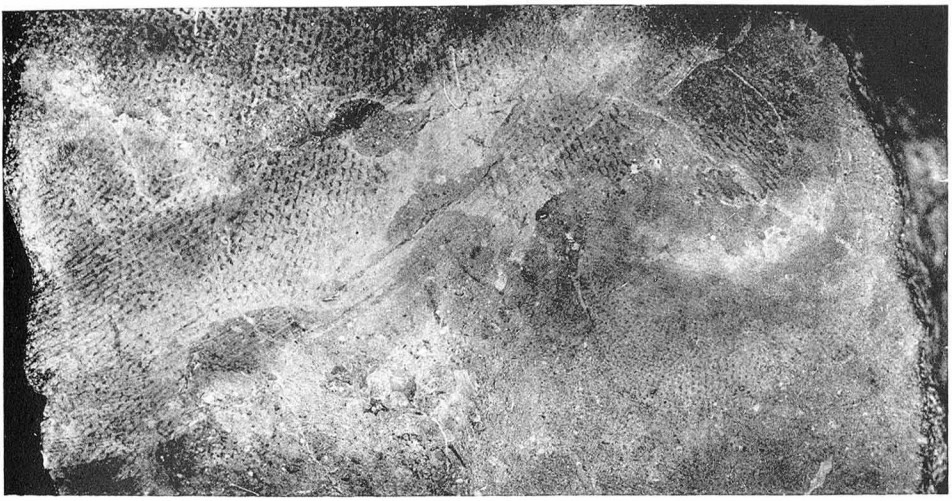
Planche VI

1. — ***Cerithium ecuriense*** n. sp. grossi 4 fois 1/2, moule externe.
2. Id. moulage pris au moyen du moule précédent.
3. — ***Cerithium minutum*** n. sp. grossi 4 fois, moule externe.
4. Id. moulage pris au moyen du moule précédent.
5. — ***Cerithium Lamberti*** de Lor. grossi 3 fois, moule externe.
6. Id. moulage pris au moyen du moule précédent.
7. — ***Cerithium Merkelii*** n. sp. grossi 3 fois, moule externe.
8. Id. grossi 3 fois, moule externe.
9. — ***Cerithium trinodule*** Buv. grossi 3 fois, moule externe.
10. — Id. moulage pris au moyen du moule précédent ; deux cordons fins et lisses par intervalle.
11. — ***Cerithium Merkelii*** n. sp. grossi 4 fois, moule externe.
12. Id. moulage pris au moyen du moule précédent ; nodules plus gros que dans l'exemplaire type n° 7 et 8.
13. — ***Cerithium trinodule*** Buv. moule externe, grossi 4 fois.
14. Id. moulage pris au moyen du moule précédent ; un cordon fin, faiblement noduleux, par intervalle. Spire du haut, lisse comme il est normal chez un individu vieillissant.
15. — ***Lioplax ecuriense*** n. sp. moule externe, grossi 4 fois.
16. Id. moulage pris au moyen du moule précédent.

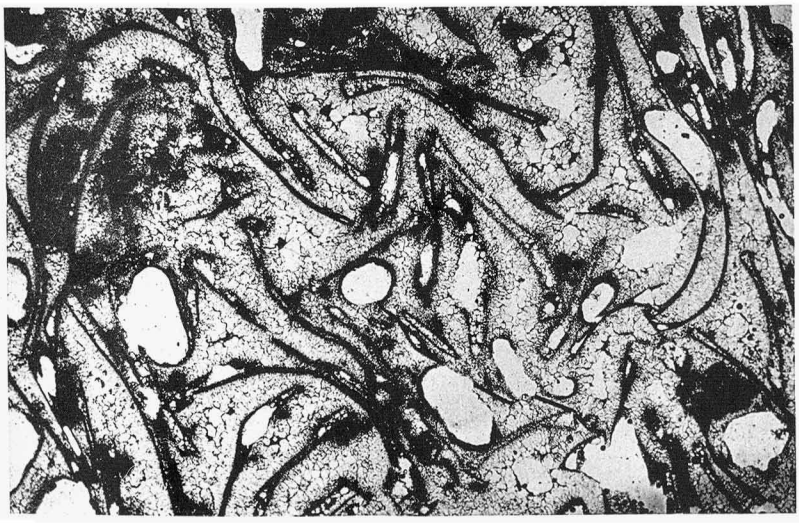
Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC



1

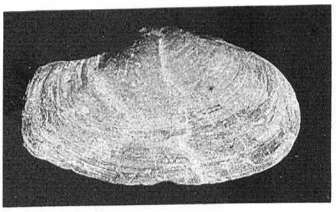


2

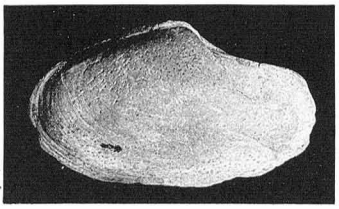


3

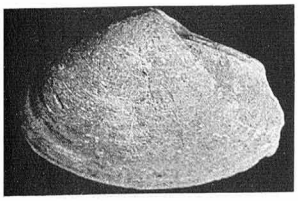
Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC



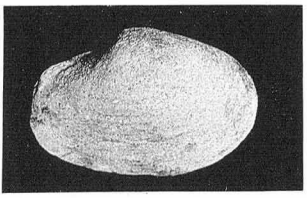
8



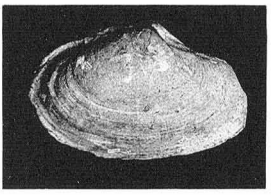
7



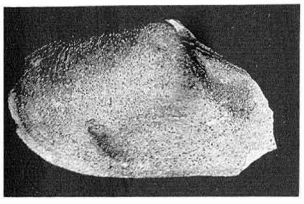
1



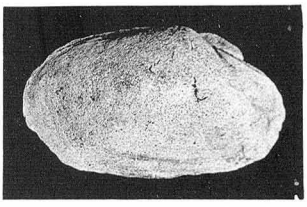
2



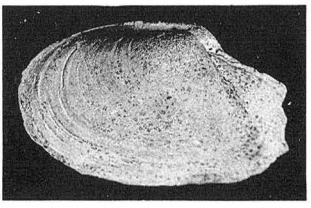
3



4

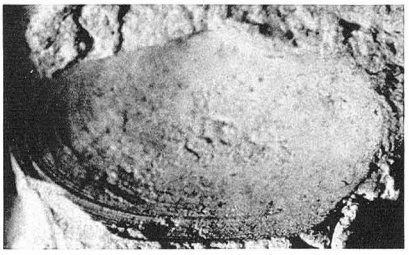


5

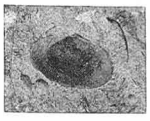


6

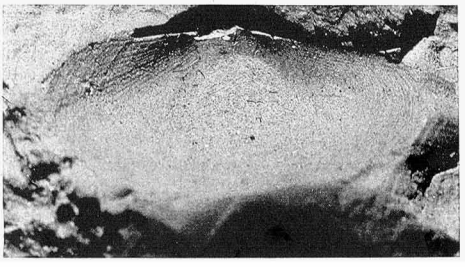
12



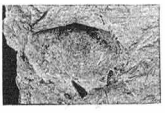
11



10

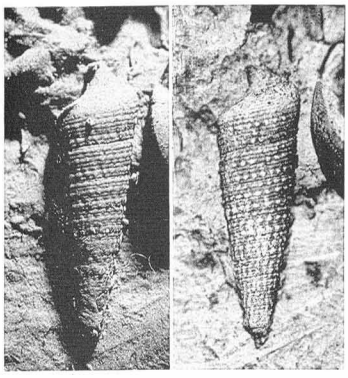


13

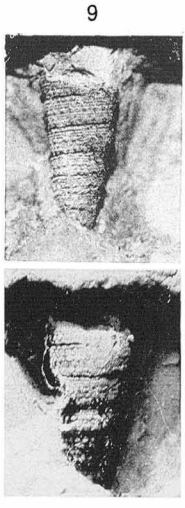


9

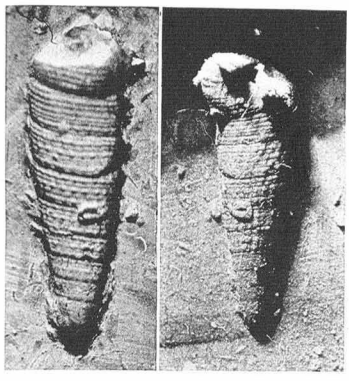
Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC



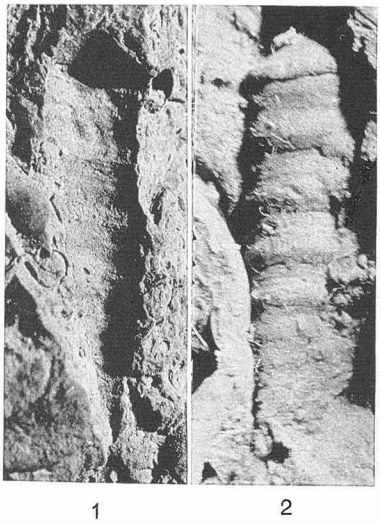
8 7



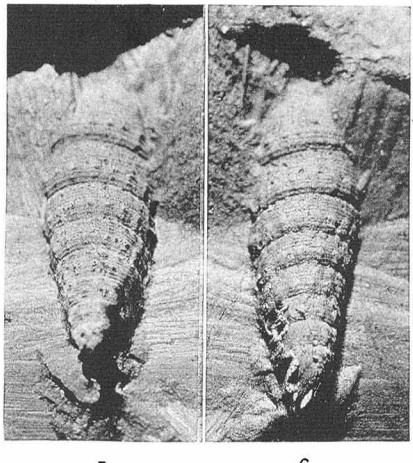
9 10



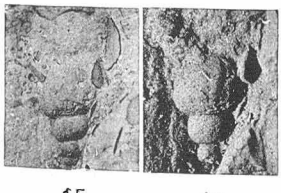
13 14



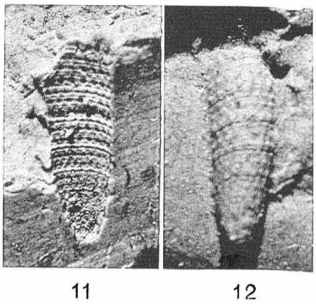
1 2



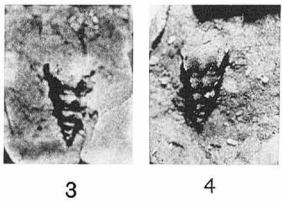
5 6



15 16



11 12



3 4

Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

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

Sur un sondage dans les terrains oligocènes du bassin de Marseille

par **J. Repelin** [1].

L'épaisseur des sédiments oligocènes qui constituent ce que l'on appelle le bassin de Marseille (bassin de l'Huveaune) a toujours été sous-évalué).

Sur la notice explicative de la feuille Aix à 1/80.000e, l'épaisseur des assises comprenant ce que l'auteur désignait sous le nom d'Argile rouge de Saint-Henri occupant la presque totalité du bassin est évalué à 90 m. Les calcaires sur lesquels reposent cette formation dits calcaires de Lestaque ont, d'après Collot, 20 m. de puissance. En tout, par conséquent, 110 m. de sédiments. Depéret dans ses « Notes stratigraphiques sur le bassin de Marseille ne donne pas d'évaluations précises pour l'ensemble des sédiments détritiques qu'il divise en deux parties : à la base, reposant sur le calcaire de Lestaque, *les argiles rouges de Saint-Henri* et, au-dessus, les *argiles jaunâtres* (avec grès et poudingues intercalés) *de Marseille.* Il indique seulement que cet ensemble est très puissant, mais pour le calcaire de Lestaque ou plutôt pour la formation dite argile lignitifère de Gémenos qui en est l'équivalent on trouve le chiffre de 45 m. M. Vasseur, dans son Compte rendu d'excursions géologiques aux Martigues et à Lestaque [2], ne donne lui non plus aucune évaluation. Je fus consulté en 1922 par l'administration de l'usine Fournier qui, depuis le 15 juin 1895, avait entrepris un sondage dans le but d'atteindre, sous le Tertiaire, les dépôts jurassiques ou crétacés que l'on pensait susceptibles de donner de l'eau ascendante (l'usine située à Saint-Mauront n'étant qu'à 12 m. au-dessus du niveau de la mer). J'ai tenté, à ce moment, de faire une évaluation.

Le sondage avait atteint 719 m. J'examinai donc les échantillons recueillis et soigneusement classés et je m'efforçai de paralléliser les bancs trouvés en profondeur et ceux observés en surface.

1. Note présentée à la séance du 18 mars 1935.
2. *B.S.G.F.*, 3e série, t. XXII. p. 413, 1894.

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

Au-dessous d'une mince couche d'éboulis ou de terre végétale le sondage a rencontré les parties supérieures des *argiles de Marseille*. Le détail de ces couches ne présenterait pas un grand intérêt. Il se trouve dans les archives de la Stéarinerie Fournier. Je me bornerai donc à préciser les points intéressants. Au-dessous de 17 m. de grès tendre (safre), d'argiles sableuses et de poudingues, on commence à voir s'intercaler des argiles rougeâtres, puis jaunâtres, alternant avec des grès et poudingues. Aucun fait intéressant n'est signalé jusqu'à la profondeur de 300 m., ce sont toujours les mêmes alternances. Entre 300 et 315 on a trouvé les premiers fossiles *Helix Ramondi*, *Helix massiliensis*. Des fragments de carottes fossilifères sont conservés au Muséum de Longchamp. On peut admettre qu'on se trouve là au niveau des bancs à *Helix Ramondi* de la grande minoterie du Cap Janet. Le parallélisme de détail est à peu près impossible à cause de l'extrême variabilité des sédiments. Les bancs de poudingue sont en lentilles, les bancs de grès passent latéralement à des argiles, les colorations même ne se poursuivent pas. Malgré cela, grâce à la faible distance qui existe entre Saint-Mauront et la région où les argiles inférieures sont exploitées, il est possible de paralléliser les plus inférieures rencontrées dans le sondage entre 600 et 719 avec celle de Saint-André et de Saint-Henri. Les épaisseurs des couches d'argile, 6 m. entre 639-645, 13 m. entre 657 et 670, 4 m. entre 691 et 695 permettent de s'y reconnaître. C'est un peu au-dessus à (552,50-599,80) 553 m. que se rencontrent dans le sondage les traces de lignites que l'on trouve à la partie supérieure des bancs exploités vers Saint-André. On y rencontre aussi des débris de fossiles à test blanc (limnées) 508,26-510,77, et un peu plus bas 569,80-600,95 quelques débris de dents. Nous avions essayé de préciser davantage. Nous avions assimilé la série la plus inférieure des argiles exploitées à Lestaque aux couches de sondage comprises entre 639 et 691. En aucun autre point des carrières on ne trouve des épaisseurs d'argiles de teinte uniformément rouge comme celles que l'on a constaté entre 677 et 695 m. Celles-ci sont d'ailleurs surmontées de couches alternantes d'argiles rouges et grises (13 m.), puis d'argiles et de grès tout à fait conformes à ce que nous montre le sondage de 639 à 670. De plus, cet ensemble est recouvert près du mamelon portant la cote 85, au Nord de Mourepiane, par une couche de poudingue très importante que nous avions assimilée à celle que nous a révélée l'étude du sondage entre 607 et 639 qui n'ont pas moins de 32 m. Si cette assimilation est exacte, les couches

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

comprises entre les poudingues et les calcaires en plaquettes de Lestaque auraient leurs représentants dans le sondage entre 607 et 719. Leur épaisseur, étant donné le pendage très faible, 8 à 10° au plus, serait voisine de 100. C'était à ce chiffre également que nous arrivions pour l'épaisseur évaluée en surface entre les poudingues du mamelon et la base des argiles de Saint-Henri.

Nous pensions donc, après l'étude des échantillons et l'essai de comparaison des bancs rencontrés dans le sondage, que la sonde était arrivée au voisinage de la base des *Argiles de Saint-Henri* (719). C'était en août 1914, le sondage fut arrêté par la mobilisation. Il ne reprit que le 5 octobre 1922, avec beaucoup de difficultés, puisque le 28 juin on n'avait atteint que 720 m. 70. On fut d'ailleurs obligé d'arrêter en janvier 1925, pour reprendre avec une nouvelle entreprise (Hulster Faibie et Cie). Le travail fut encore très lent et très difficile, on atteignit 735 m. 39 en mai 1926 toujours dans les formations détritiques, argile jaune, grès, poudingues. Les argiles rouges se retrouvent encore entre 734 m. et 755 m. 10 et ce n'est qu'à la profondeur de 758 que le terrain change et qu'on trouve des marnes grises avec petits fossiles *Nystia*, *Hydrobia*, etc., représentant la partie supérieure des calcaires de Lestaque. Le 20 août, on atteignait 807 m. 55. Enfin, après une interruption nouvelle, le forage est repris le 6 mai 1931 jusqu'au 17 novembre 1931 où il est arrêté définitivement sans qu'on ait pu atteindre les terrains jurassiques à la profondeur de *871 m. 85*. Notre évaluation approximative avait été trop faible. La limite du Stampien et du calcaire de Lestaque au lieu de se trouver aux environs de 720 m. se trouvait au voisinage de 750. L'erreur s'explique tant par la difficulté de retrouver en profondeur les assises d'ailleurs très variables de la surface que par les variations possibles du pendage.

Quoi qu'il en soit, si nous admettons, maintenant encore, un pendage de 10 degrés, nous avons calculé que le rapport entre les profondeurs et les épaisseurs devait être 26/25. La profondeur atteinte par la sonde 871 correspondrait à une épaisseur de 837 m. de couches. Cette évaluation paraît un peu forte, mais même en admettant un pendage double on arrive encore à une épaisseur de 800 environ et le sondage s'est arrêté avant la rencontre des terrains secondaires qui toutefois ne sauraient être très loin du fond du trou de sonde.

Cette épaisseur de sédiments oligocènes du bassin de Marseille est supérieure à toutes les évaluations faites jusqu'ici. Cette conclusion nous a permis de constater une fois de plus que

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

les évaluations basées sur les observations en surface sont toujours trop faibles. Un autre exemple nous a été fourni par le sondage au charbon du Luc pour lequel l'épaisseur du Permien avait été estimée à 600 m. au plus d'après les constatations faites en surface par Zurcher et d'autres géologues, alors que la sonde atteignit plus de 1.000 m. sans toucher le Carbonifère sous-jacent. Ces faits surprennent toujours. Leur explication n'a jamais été donnée d'une manière très satisfaisante, bien qu'on les constate régulièrement dans les exploitations minières.

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

Contribution a l'étude de la faune du Dinantien des Pyrénées

par **G. Delépine** [1].

Planches VII et VIII

Deuxième Partie

LA FAUNE DE MONDETTE

Le nom de la Ferme de Mondette au Sud de Saint-Girons (Ariège) fut attaché depuis 1903 à une formation de schistes attribuée par Caralp au Permien inférieur. Cette détermination fut faite à la suite de la découverte d'une faune à Goniatites dont l'élément le mieux caractérisé appartient au genre *Daraelites*, alors connu seulement en Europe dans le Permien de Sicile (Caralp, 1903) [2]. Depuis cette époque des Goniatites appartenant à ce genre ont été découvertes dans des formations d'âge carbonifère, dinantien ou moscovien inférieur (Fromaget, 1927).

En 1931, dans une communication à la Société Géologique de France, je résumai les faits nouveaux de stratigraphie et de paléontologie, acquis au cours de recherches faites en commun avec M. Dubar, démontrant que les schistes de Mondette n'appartiennent pas au Permien mais sont d'âge viséen supérieur (Delépine, 1931, p. 157).

Le présent travail est consacré à la description détaillée des espèces fossiles récoltées par M. Dubar et par moi-même dans les schistes de Mondette. Quelques spécimens m'ont été communiqués par M. Casteras. Je dois à l'obligeance de M. Jacob d'avoir pu utiliser aussi pour cette description les éléments de la Collection Caralp qui se trouvent déposés à la Sorbonne ; les dessins et photographies qui y sont joints sont montés en planchettes que je désignerai ici par les numéros d'ordre qu'elles portent dans cette collection.

Les espèces qui composent la faune de Mondette ont été trou-

1. Note présentée à la séance du 1er avril 1935.

2. Les noms d'auteur et dates entre parenthèses renvoient à la bibliographie sommaire qui se trouve à la fin de ce travail.

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

vées également dans la vallée du Lauribar (Basses-Pyrénées) et à Saint-Antoine (Ariège) par M. Dubar, qui en a communiqué la liste à la Société Géologique de France (Dubar, 1931). Celui-ci en a trouvé aussi des éléments caractéristiques dans les schistes de Larbont (Ariège) à un niveau correspondant approximativement à celui de la faune classique de Larbont à *Productus giganteus* Martin et *Productus latissimus* Sow., mais en un point différent de l'endroit où l'on connaît cette dernière.

Dans la Vallée du Lauribar, M. Dubar a découvert cette faune à une trentaine de mètres au-dessus des lydiennes qui forment la base du Dinantien, et à quelque quinze mètres en dessous des premiers niveaux d'âge namurien à *Eumorphoceras bisulcatum* Girty, précédemment signalés par nous (Delépine, Dubar et Laverdière, 1929). Ce gisement du Lauribar prend donc son importance du fait qu'il permet de situer la faune de Mondette dans une série stratigraphique bien repérée.

Ceci m'a déterminé à décrire ici, en Appendice, deux Goniatites appartenant à la faune des couches qui représentent le Namurien inférieur dans la Vallée du Lauribar : l'une, *Eumorphoceras bisulcatum* Girty, caractéristique du niveau, l'autre qui est un Prolecanitide nouveau.

Les fossiles de Mondette décrits ici proviennent tous des points compris dans les limites assignées au Permien inférieur par Caralp (1903, p. 638, fig. 2 et 3), noté par lui P^1 sur la carte et sur la coupe qu'il a données des gisements fossilifères de Mondette. Nous avons trouvé les mêmes espèces en deux points situés un peu en amont, dans les schistes attribués au Carbonifère et notés H_3 par cet auteur. En réalité, les schistes de Mondette sont plissés, comme nous l'avons écrit antérieurement (1931, p. 158), et les plis ramènent dans toute la longueur de la coupe, au N de la Faune de Mondette, les mêmes formations d'âge Viséen supérieur.

Description des espèces.

Pronorites sp.

Planche VII, figure 1.

Un fragment de Goniatite possède une suture en assez bon état pour ne laisser aucun doute sur l'attribution à ce genre : lobe externe élargi et trifide, 1er lobe latéral bifide, les autres lobes latéraux lancéolés, selles arrondies en forme de massue. Le bord ventral paraît aplati et séparé des flancs par une carène

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

mousse ; la section du tour de spire pouvait être rectangulaire : ce dernier caractère distingue *Pronorites cyclolobus* PHILL. de *Pr. Reyi* DOLLÉ où la section du tour de spire est ellipsoïde (Dollé, 1912, p. 258). Mais notre spécimen est légèrement écrasé : la pression peut expliquer le contour anguleux du fragment préservé. Dans la collection Caralp (Planchette X, figure 3), il existe une empreinte avec traces d'une suture de *Pronorites* moins bien conservée.

Le genre *Pronorites* est connu du Viséen supérieur au Permien inférieur.

Gisements. — Mondette (Ariège), Vallée du Lauribar (Basses-Pyrénées).

Prolecanites quinquelobus KITTL.

Planche VII, figures 2 et 10.

KITTL 1905, p. 675, pl. XXI, fig. 16, 17. (Voir la synonymie dans H. Schmidt, 1925, p. 543.)

Une dizaine de spécimens provenant de Mondette appartiennent à cette espèce. Les deux exemplaires figurés sont munis de leur dernière loge ; celui dont la suture est le mieux conservée (figure 2) permet de vérifier la présence de 5 lobes latéraux entre l'ombilic et le bord externe. On peut observer aussi sur ce spécimen que les flancs sont légèrement convexes, et, par conséquent, la section des tours est elliptique. Ces deux caractères distinguent cette espèce de *Prolecanites serpentinus* PHILL. qui a 4 lobes latéraux et dont les flancs sont aplatis, et le tour de spire subrectangulaire.

A cette espèce doit être rapporté, d'après sa forme générale, un spécimen de la collection Caralp (pl. VI, fig. 1) notée comme « Ammonée tuberculeuse », où la pression et les glissements ont déterminé un chevauchement de sutures et des inégalités à la surface dans toute la partie cloisonnée de ce moule interne. J'ai figuré un spécimen semblable (fig. 10) et j'en possède plusieurs autres de taille moindre.

Répartition. — *Prolecanites quinquelobus* a été d'abord décrit sous le nom de *Prolecanites henslowi* Sow. par Kittl dans les schistes du Viséen supérieur de Bosnie. H. Schmidt le signale dans la zone III γ (zone à *Goniatites subcircularis*) ; cet auteur rapporte également à cette espèce le spécimen décrit par M. Dollé sous le nom de *Prolecanites serpentinus* dans la faune viséenne de l'oued Zousfana (Sud-Oranais).

Gisement. — Mondette.

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

Daraelites praecursor Fromaget *var. pyrenaicus* nov. var.

Planche VII, figures 3 et 4. — Figures 1 à 3 dans le texte.

Fromaget, 1931, p. 569, pl. XXXVI, fig. 1 à 4.

Nous avons récolté une série de fragments de Prolecanitides que leurs sutures permettent de reconnaître pour des *Daraelites*. Haug avait déjà rapporté à ce genre des sutures, notamment celles de notre figure 3, trouvées par Caralp à Mondette.

Dimensions. — Les plus grands de nos fragments correspondant à une partie de la coquille placée à la limite entre la dernière cloison et la chambre d'habitation, mesurent 14 millimètres du bord de l'ombilic au bord ventral ; un autre a 17 millimètres (à peu près la largeur des spécimens figurés par M. Fromaget 1931, figure 2) ; un spécimen de la vallée du Lauribar (figure 4) n'a pas plus de 5 à 6 millimètres.

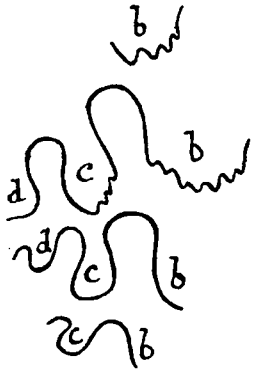


Fig. 1.

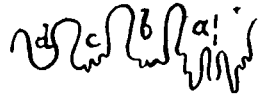


Fig. 2.

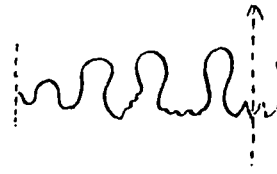


Fig. 3.

Fig. 1. — Éléments de sutures d'un *Daraelites* de Mondette (d'après un dessin de Caralp).

Fig. 2. — Reconstitution de la suture de *Daraelites* par Caralp, d'après des exemplaires de Mondette et de Feillet (Collection Caralp, planchette I, fig. 1).

Fig. 3. — Suture de *Daraelites* de la vallée du Lauribar (en pointillé la partie reconstituée).

Suture. Caralp avait réuni, soit à Mondette, soit à Feillet, des éléments qui permirent de reconstituer la suture de ce *Daraelites*. Les figures 1 et 2 ci-contre sont la reproduction des dessins de cet auteur. La figure 3 est la reconstitution de la suture de notre spécimen du Lauribar. — Il y a 3 lobes latéraux dont les 2 premiers seulement, *b* et *c*, sont pectinés ; il existe un 4e lobe au bord ombilical, aussi bien sur l'exemplaire du Lauribar que sur ceux de Mondette ; la figure de Caralp en porte seulement l'indication.

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

Le lobe siphonal est élargi et terminé par 3 pointes : un lobe médian et 2 petits lobes latéraux adventifs. Sur un exemplaire de Feillet, Caralp a observé que ceux-ci sont finement dentelés (voir figure 2) ; tout en rapprochant l'espèce pyrénéenne de *Daraelites Meeki* GEMMELLARO du Permien de Sicile, il avait noté que ce dernier caractère permettait de l'en distinguer.

Rapports et différences. — Je viens d'indiquer par quel trait le *Daraelites* des Pyrénées se distingue de l'espèce permienne de Sicile où les lobes adventifs dans la région ventrale sont plus larges et pectinés.

A. Kobolt (1932, p. 450) a décrit récemment sous le nom de *Daraelites culmiensis* une forme du Viséen supérieur du Harz : il en représente la suture avec le 1er lobe latéral seul pectiné : c'est là une différence notable avec l'espèce de Mondette, s'agissant de spécimens qui ont approximativement les mêmes dimensions.

Je rattache les spécimens de l'Ariège, comme ceux des Basses-Pyrénées, à *Daraelites praecursor* FROMAGET, provenant de couches situées à un niveau très inférieur du Moscovien (Namurien) ; les dimensions et ceux des caractères externes qu'on peut observer sont les mêmes de part et d'autre ; les sutures présentent aussi les mêmes particularités ; toutefois l'auteur ne signale pas chez les spécimens d'Indo-Chine les festons qu'a observés et figurés Caralp sur les bords du lobe siphonal chez les exemplaires de Feillet : ceci permet de considérer les *Daraelites* du Viséen des Pyrénées comme représentant une variété de *D. praecursor*.

Sur les spécimens étudiés je n'ai pu observer comme M. Fromaget, l'absence de lobes pectinés dans les formes jeunes. Ceci peut être dû au fait qu'aucun exemplaire complet n'a été récolté jusqu'à présent dans les Pyrénées. Mais parmi les fragments si nombreux que l'on trouve à Mondette, ayant appartenu à des Prolecanitides, et dont il est question ci-après, il est possible que certains d'entre eux qui ont des sutures de *Paraprolecanites mixolobus* PHILL. soient en réalité des tours de spires de *Daraelites* jeunes (voir pl. VII, fig. 18).

Tours de spires de *Prolecanitides*.

Planche VII, figure 18.

Il existe, dans les schistes de Mondette, de nombreux fragments de Goniatites, à enroulement lent et à surface lisse, plus ou moins bombée. On y observe de temps en temps des plis trans-

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

verses que l'on croirait dus à la présence de constrictions ou de cloisons. J'ai figuré 2 de ces spécimens accotés dans la roche : il s'agit de fragments du dernier et de l'avant-dernier tour de spire d'un Prolecanitide : sur chacun de ces spécimens, le tour de spire interne porte des sutures avec 3 lobes. Ce ne sont point des *Pronorites* car le premier lobe latéral n'est pas bifide, ni *Prolecanites s. str.* car les lobes sont élargis et légèrement spatulés comme ceux de *Paraprolecanites mixolobus* (Phillips) Dollé. Il est donc possible qu'il s'agisse ici de cette dernière espèce, ou encore, d'un spécimen jeune de *Daraelites* (Fromaget. 1931, p. 660).

Planche VIII, figure 4.

Un autre spécimen de Prolecanitide du même gisement où l'on observe trace de plis transverses ayant l'apparence de constrictions ou de cloisons légèrement coudées. Nombreux sont les échantillons de cette sorte dans les schistes de Mondette ; ceux de la collection Caralp ont été réunis sur une même planchette (VIII) et attribués au genre *Paraceltites* (*P. munsteri*). Chaque fois que, sur des fragments de ce genre, une suture est suffisam ment conservée, j'ai pu m'assurer qu'il s'agissait de fragments plus ou moins importants de Prolecanitides, soit de *Prolecanites quinquelobus*, soit d'un autre genre ou espèce de la même famille. Des restes semblables ont été rencontrés dans des gisements de même âge que ceux des schistes de Mondette, dans la vallée du Lauribar (Basses-Pyrénées) et dans les schistes de Larbont (Ariège).

Goniatites granosus Portlock.

Planche VIII, figures 7 à 10.

Voir la Synonymie dans H. Schmidt, 1925, p. 570.

Cette espèce est très commune dans les schistes de Mondette ; elle y est toujours représentée par des formes écrasées, mais dont les caractères généraux ne laissent point place à confusion avec d'autres formes appartenant au groupe de *Goniatites striatus* Sow. ou de *Goniatites spiralis* Phill. : l'ombilic est très petit, il y a des traces de constrictions (voir figures 9 et 10) ; le diamètre atteint 50 millimètres chez un de nos exemplaires (il est supérieur à celui des *Goniatites* du groupe de *G. spiralis* Phill. et *G. subcircularis* Miller). L'ornementation consiste en fines stries longitudinales, régulièrement calibrées,

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

séparées par des intervalles pas plus larges que les stries elles-mêmes ; celles-ci sont traversées perpendiculairement par des stries d'accroissement qui dessinent avec elles un fin réseau (voir figure 8) ; par suite la surface regardée sous un certain angle paraît ornée de tout petits granules.

La collection Caralp en contient un très bon exemplaire que j'ai figuré (figure 7) ; il se trouve sur la planchette XI, figure 1 de cet auteur et mentionné dans ses publications sous le nom de *Agathiceras Suessi* GEMMELLARO.

Répartition. — Cette espèce, fréquemment confondue avec *G. striatus* ou avec *G. spiralis*, est connue, en Allemagne, dans la zone III γ du Viséen supérieur, en Moravie dans la partie inférieure des Wagstadter Schichten (sommet de la zone III γ). En Angleterre, Bisat (1928, p. 123) la rencontre à la base de sa zone P_2 ; en Belgique, elle existe dans le Viséen le plus élevé à Warnant, dans les schistes de passage du Viséen au Houiller[1]. Au Maroc, elle a été également trouvée dans le Viséen supérieur.

Gisements. — Mondette, Larbont (Ariège), Vallée du Läuribar (Basses-Pyrénées).

Goniatites falcatus RŒMER.

Planches VII, figures 11-12.

(Voir la synonymie dans H. SCHMIDT, 1925, p. 569).
PATTEISKY, 1929, p. 261, pl. 14, fig. 1-3.

Ces formes de Goniatites appartiennent au groupe de *Goniatites striatus* SOW., mais se distinguent de celle-ci par l'accentuation des stries transversales, assez marquées sur les flancs pour y prendre l'apparence de côtes falciformes.

Répartition. — Cette espèce est placée par H. Schmidt dans la zone III β du Viséen supérieur ; on l'a trouvée également dans les schistes du Viséen supérieur en Moravie et au Maroc.

Gisements. — Mondette, Vallée du Lauribar.

Goniatites crenistriatus BISAT.

Planche VII, figure 13. Planche VIII, figures 11 et 12.

BISAT, 1928, p. 132, pl. VI *a*, fig. 3.
KOBOLT 1932, p. 494, pl. 22, fig. 17.,

Je rattache à cette espèce divers fragments qui présentent l'ornementation caractéristique de *Goniatites crenistria* PHILL. :

1. Elle a été signalée dans ce gisement sous le nom de *Goniatites spiralis* PHILLIPS.

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

stries longitudinales recoupées par des stries transversales, mais ces dernières traversent obliquement les côtes longitudinales (voir en particulier pl. VIII, fig. 12), donnant à la crénulation un aspect sensiblement différent de celui de *G. crenistria* PHILL.

Répartition. — Cette espèce est signalée par Bisat dans sa zone P_2, la plus élevée du Viséen.

Gisements. — Mondette. — Je rapporte également à cette espèce un fragment (Pl. VIII, fig. 11) trouvé par M. Dubar dans les schistes de Saint-Antoine (vallée de l'Ariège).

Glyphioceras bisinum nov. spec.

Planche VII, figures 5 à 9.

Parmi les formes ornées de stries longitudinales, à rattacher au groupe de *Goniatites striatus* SOW., il en est une dont il existe à Mondette de nombreux fragments, qui se distingue de toutes les espèces connues du groupe par la présence de deux sillons parallèles, à la limite entre les flancs et la région ventrale : de là le nom que j'ai choisi pour la désigner. La suture n'étant pas connue, je ne puis la rattacher à un genre défini de la famille des Glyphiocératides, quoique l'ensemble des caractères extérieurs fasse présumer que cette espèce nouvelle appartient au genre *Goniatites s. str.*, ou au genre *Sagittoceras*.

Diagnose. — Coquille discoïde, dont les fragments connus atteignent 30 et 35 mm. de diamètre. Flancs aplatis présentant quelquefois des constrictions qui n'atteignent pas l'ombilic. Côté ventral élargi, légèrement bombé, bordé de chaque côté d'un sillon (voir surtout figures 8 et 9).

La surface est ornée de fines stries serrées, recoupées par des stries transversales qui dessinent en se croisant avec les premières un réseau à très petites mailles (voir figure 7), comparable à celui qu'on observe chez *Goniatites granosus* PORTLOCK. Les stries transversales s'incurvent en arrière dans le tiers supérieur des flancs et vont passer sur la région ventrale en y dessinant un sinus large et peu profond, concave vers l'avant.

Rapports et différences. — Quoique très voisine par son ornementation de *Goniatites striatus* et de *Gon. granosus*, notre espèce se distingue de ces deux dernières par sa forme beaucoup plus discoïde et par ses deux sillons.

Par la présence de sillons latéraux, et aussi par la forme flexueuse des stries transversales, elle se rapproche de *Sagittoceras coronula* RŒMER ; mais celle-ci ne présente pas la fine

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

striation longitudinale si bien caractérisée chez l'espèce de Mondette.

Gisement. — Mondette.

Goniatites subcircularis MILLER.

Planche VII. Figures 14 à 17. — Figure 4 dans le texte.

P. SMITH, 1903, p. 81, pl. 26, fig. 14-18.

Cette forme est une des plus communes dans les schistes de Mondette, et peut être la plus propre à caractériser l'horizon et à le suivre sur le terrain ; car ses petites dimensions ont permis une conservation meilleure de l'ensemble des caractères, de sorte qu'il est aisé de l'identifier, même quand elle est écrasée dans les schistes.

Le diamètre n'est guère supérieur à 10 ou 15 mm., l'ombilic

FIG. 4. — Suture d'un exemplaire de *Goniatites subcircularis* MILLER de Mondette (en pointillé la partie reconstituée).

est petit (pas plus de 1 mm. 5). L'ornementation consiste en côtes longitudinales bien marquées, séparées par des intervalles à peu près réguliers, mais plus grands que la largeur des côtes. Il y a 4 et quelquefois 5 constrictions par tour de spire.

Nous avons récolté à Mondette un exemplaire non écrasé (figure 17) sur lequel on peut voir la suture qui est reconstituée ici (fig. 4 dans le texte). Ceci a permis de s'assurer qu'il s'agit bien de l'espèce de Miller et non d'un *Gastrioceras* apparenté à l'espèce permienne *Gastrioceras sosiense* GEM., comme l'avait admis Caralp, qui a déterminé et figuré sous ce nom, sur ses planchettes III (fig. 1-4) et V, des goniatites qui sont en réalité *Gon. subcircularis*.

Répartition. — *Goniatites subcircularis* MILLER est une des espèces les mieux repérées comme horizon et dont l'aire géographique connue est la plus étendue dans le Viséen. Elle est commune, avec tout un lot de formes du groupe de *Gon. striatus* SOW. et du groupe de *Sagittoceras Burhennei* BRUNING, *coronula* RŒMER, etc., dans les niveaux les plus élevés du Viséen, à la limite entre cet étage et le Namurien. — Elle y est connue en Belgique à Warnant, en Angleterre dans la zone P_2 de Bisat, en Allemagne dans la zone III γ de H. Schmidt, et aux mêmes

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

niveaux aux États-Unis dans les Moorefield Shales de l'Arkansas et dans le Caney Shale d'Oklahoma [1]. Elle a été trouvée par H. Termier au Maroc dans le Viséen supérieur.

En France, elle existe également dans la Montagne Noire où elle a été trouvée dans les schistes du Viséen supérieur de la vallée de Landeyran, commune de Saint-Nazaire-de-Ladarez [2].

Gisements. — Mondette où elle a été trouvée en tous les points fossilifères, tant ceux signalés par Caralp que ceux reconnus plus en amont par M. Dubar et par moi-même. Elle se trouve également à Feillet, Larbont (Ariège) et dans la vallée du Lauribar (Basses-Pyrénées).

Orthoceras sp.

Planche VIII, figure 1.

J'ai figuré seulement ce spécimen pour souligner la présence d'Orthocères assez nombreux dans la faune de Mondette. Plusieurs de ceux que nous avons récoltés sont ornés de fines stries annulaires, comme les fragments figurés par Kittl (1905, pl. 21, figures 28 et 29) sous les noms de *O.* cf. *salutatum* DE KONINCK et *O.* cf. *discrepans* DE KON.

D'autres spécimens, comme celui de la Planche VIII, figure 2, peuvent faire penser également à des fragments ou à des extrémités d'Orthocères. Leurs petites dimensions, l'écrasement, l'impossibilité d'observer l'ornementation, ne permettent pas de s'assurer s'il s'agit en réalité d'Orthocères ou de pétropodes appartenant au genre *Hyolithes*. Kittl en a figuré de semblables et ne les rapporte également qu'avec doute à des Orthocères.

Posidoniella angulata nov. sp. [3]

Planche VIII, figures 13-14. — Figure 5 dans le texte.

Trois spécimens seulement ont été recueillis d'une Posidonielle dont les dimensions suivantes sont approximatives, à cause de l'écrasement dans le schiste : hauteur, 15 mm. ; lon-

1. Voir Livre jubilaire, *Soc. géol. de France*, 1930, tableau p. 220.

2. M. R. Böhm dans ses *Études sur les faunes du Dévonien supérieur et du Carbonifère inférieur de la Montagne-Noire* (Thèse, Montpellier, 13 juillet 1935), a donné toutes indications sur le gisement du Landeyran et sa faune (p. 143-151). [Note ajoutée en cours d'impression.]

3. J'adresse ici mes remerciements à M. Pierre Pruvost qui a bien voulu revoir et compléter par ses observations les déterminations de Lamellibranches des schistes de Mondette.

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

gueur, 18 mm. pour l'une et 12 mm. pour une autre. La forme générale est subquadrangulaire. Par là cette espèce est voisine de *Posidoniella pyriformis* Hind, du Viséen du Centre de l'Angleterre. Toutefois elle en diffère parce que les stries d'accroissement sont deux fois recourbées en angles voisins de 90°. Ce caractère donne à son contour une forme qui ne se rencontre chez aucune autre espèce du genre, et dont je me suis inspiré pour nommer cette espèce nouvelle (figure 5).

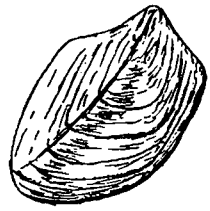


Fig. 5. — Forme générale et dessin des côtes chez *Posidoniella angulata* nov. sp.

Gisements. — Les deux spécimens figurés proviennent de Mondette. Un troisième a été trouvé dans les schistes du même horizon de la Vallée du Lauribar.

Aviculopecten pracaensis Kittl.

Planche VIII, figure 24.

Kittl, 1905, p. 668, pl. 21, fig. 3.

Notre spécimen peut être rapporté à l'espèce décrite par Kittl : il en a la forme générale, les stries concentriques visibles sur la partie postérieure et dans la région du crochet, et aussi de très faibles stries radiales, non rendues sur la photographie, mais visibles sur le spécimen, dans la moitié postérieure tout au moins et au voisinage du crochet.

Gisement. — Mondette.

Pterinopecten radiatus Phillips.

Planche VIII, figure 19.

Hind, 1896-1900, II, p. 55, pl. IX, fig. 13.

Je rapporte à cette espèce un *Pterinopecten* de petites dimensions (longueur et hauteur : 10 mm.), orné de côtes radiaires principales et d'autres s'intercalant à partir d'une petite distance du crochet. Toutefois notre spécimen ne correspond par le

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

petit nombre de ses côtes qu'à l'un de ceux que W. Hind a groupés sous ce nom ; les autres que cet auteur a figurés ont un nombre de côtes relativement plus considérable.

Cette espèce est connue dans le Viséen d'Angleterre et d'Irlande ; elle a été trouvée également dans le Viséen supérieur de Mohradorf (Patteisky, 1929, pl. 18, fig. 1).

Gisement. — Mondette.

Limatulina alternata McCoy.

Planche VIII, figures 22-23.

Hind, 1896-1900, II, p. 37, pl. XIX, fig. 7-10.

Deux valves gauches, de petite taille (8 mm.), mais bien caractérisées par leur forme obliquement allongée, et la dissymétrie accentuée des oreillettes ; l'ornementation consiste en fines stries radiaires, sinueuses et interrompues. Ces derniers traits, assez mal rendus sur les photographies, sont cependant nets sur les spécimens.

L'espèce est connue dans les calcaires viséens du Centre de l'Angleterre et de l'Ile de Man ; elle existe également dans le Dinantien d'Irlande.

Gisement. — Mondette.

Cf. *Cypricardella parallela* Phillips.

Planche VIII, figure 21.

On ne peut que rapporter avec doute à l'espèce de Phillips, telle qu'elle est figurée par W. Hind (1896, I, pl. XXXIX, fig. 2 et 7), cette valve gauche incomplète dont la hauteur est de 14 mm. et la longueur atteignait peut-être 17 mm.

Gisement. — Mondette.

Sanguinolites sp.

Planche VIII, figure 20.

Un seul spécimen de *Sanguinolites* a été récolté à Mondette : c'est une valve gauche avec ornementation bien conservée. Dimensions : hauteur 4 mm. 2 ; longueur 7 mm. — Elle offre quelque ressemblance avec *Sanguinolites Omaliusi* de Koninck, forme connue dans le Tournaisien de la Belgique (voir Hind, 1896, I, pl. XL, fig. 18-20).

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

Edmondia cf. *sulcata* Phillips.

Planche VIII, figure 17.

Hind, 1896-1900, I, p. 318, pl. XXXIII, fig. 15 ; pl. XXXIV, fig. 3, 5, 6.

Un spécimen de petite taille, trouvé à Mondette, à rattacher au genre *Edmondia* par sa forme générale et son mode d'ornementation qui consiste en plis concentriques. Ce pourrait être une forme jeune d'*Edmondia sulcata* Phill.

Protoschizodus ?

Planche VIII, figure 18.

Une valve gauche ayant les dimensions suivantes : hauteur 9 mm., longueur 11 mm.

Gisement. — Mondette.

Patella (Lepetopsis) ottomana Kittl.

Planche VIII, figure 25.

Kittl, 1905, p. 669, pl. 21, fig. 8.

La moitié postérieure de ce petit Gastéropode est brisée ; sauf cette particularité, ce spécimen de Mondette paraît identique par ses dimensions et ses caractères à celui du Viséen supérieur de Bosnie qui a été figuré par Kittl.

Phillipsia.

Planche VIII, figure 15.

Un seul pygidium a été récolté à Mondette. Une identification spécifique est impossible et il n'est figuré ici qu'à titre documentaire.

Chonetes laguessiana de Koninck.

Planche VIII, figure 16.

A cette espèce de L. G. de Koninck appartiennent quelques *Chonetes* de petites dimensions (8 mm. de largeur dans la région cardinale), dont une seule est figurée. Le bord des flancs rencontre la ligne cardinale presque à angle droit. L'ornementation est faite de côtes radiaires fines, très nombreuses.

Cette espèce existe dans le Viséen en Belgique et en Angleterre, et aussi dans le Houiller inférieur.

Gisement. — Mondette, Vallée du Lauribar.

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

Crossopodia.

Planche VIII, figure 26.

Je figure ici, à titre documentaire, un exemplaire de pistes trouvées et signalées par M. Dubar dans les schistes du Viséen supérieur de Saint-Antoine (Ariège) (Dubar, 1931, p. 225) à un niveau qui correspond approximativement à celui des schistes de Mondette.

Les dimensions de la partie conservée sont 12 cm. en longueur et 5 cm. en largeur. L'allure générale est celle des pistes décrites par Patteisky (1929, p. 204, pl. XXIV, fig. 5) dans le Viséen supérieur de Moravie sous le nom de *Crossopodia moravica*. Seulement, chez les exemplaires de l'Ariège, les tours sont serrés les uns contre les autres, tandis qu'ils sont espacés chez les spécimens de Moravie. Ce genre de pistes est connu également dans les schistes du Viséen supérieur de Bosnie.

APPENDICE

Goniatites du Namurien inférieur.

Eumorphoceras bisulcatum Girty.

Planche VIII, figures 5-6.

Girty, 1909, p. 68, pl. XI, fig. 15-19.
de Dorlodot et Delépine, 1930, p. 57, pl. I, fig. 1-4.

Cette espèce est caractérisée par la présence de deux sillons à la limite entre les flancs et la région ventrale, caractère qui existe aussi chez *Glyphioceras bisinum* Nob. décrit plus haut.

Les côtes qui ornent les flancs chez *E. bisulcatum* sont fortement incurvées en avant vers le milieu des flancs, puis s'effacent avant d'arriver au bord externe et sont remplacées par de fines stries.

L'exemplaire figuré est de petites dimensions, ne dépassant pas 8 mm. de diamètre pour la partie conservée.

Répartition. — Espèce connue en Belgique et en Angleterre dans les zones les plus inférieures du Namurien (Sabden shales inférieurs, zone E de Bisat). Aux États-Unis elle fut décrite par Girty dans le Caney Shale d'Oklahoma.

Gisement. — Vallée du Lauribar, dans des schistes situés à 15-18 m. au-dessus des schistes contenant la faune de Mondette

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

(Delépine, Dubar et Laverdière, 1929, p. 237; Dubar, 1931, p. 212).

Prolecanites involutus nov. spec.

Planche VIII, figure 3.

Les schistes à *Eumorphoceras bisulcatum* de la Vallée du Lauribar ont fourni un *Prolecanites* de grandes dimensions : 25 mm. du bord de l'ombilic au bord externe, ce qui laisse supposer que la coquille pouvait avoir 50 mm. au moins de diamètre, tandis que l'ombilic n'a pas plus de 6 à 7 mm. Il s'agit d'une espèce nouvelle de *Prolecanites* à tours embrassants, que je désigne à cause de cela sous le nom de *Prolecanites involutus*. En voici les caractères :

Coquille de grande taille, probablement discoïde et très aplatie, à tours embrassants et ombilic petit; les bords de l'ombilic sont limités par une crête et à angle presque droit par rapport aux flancs. La surface est ornée de fines stries d'accroissement, visibles sur la photographie.

Suture. — Elle comprend cinq lobes profonds, étroits, lancéolés et autant de selles arrondies. Lobes et selles vont en augmentant graduellement de taille de l'ombilic vers le bord extérieur.

Rapports et différences. — Par le nombre des lobes et des selles cette espèce rappelle *Prolecanites quinquelobus* KITTL., mais les lobes sont ici beaucoup plus profonds; *Prolecanites quinquelobus* a un enroulement plus lent et l'ombilic est beaucoup plus grand (voir pl. VII, fig. 2 et 10).

Le nombre des lobes et selles, et leur forme, rapprochent aussi notre espèce de types très évolués de *Prolecanites serpentinus* PHILL., mais l'ombilic chez ce dernier est encore plus grand que chez *Prolec. quinquelobus*, chaque tour étant à peu près complètement extérieur au précédent.

L'involution des tours place notre espèce tout à fait à part parmi les Prolecanitides; ce trait rappelle plutôt, parmi des Goniatites comparables par la richesse des éléments de leur suture, la forme générale des Béloceratides du Dévonien supérieur et celle du genre *Prodromites* du Dinantien inférieur.

CONCLUSIONS

I. Les éléments les plus caractéristiques de la faune de Mondette sont les suivants : *Goniatites subcircularis* MILLER, *grano-*

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

sus PORTLOCK, *crenistriatus* BISAT, *falcatus* RŒMER, *Prolecanites quinquelobus* KITTL.

Ce groupe de Goniatites permet d'assurer que les schistes de Mondette sont d'âge viséen supérieur et appartiennent à un niveau correspondant aux assises à *Productus giganteus* et *latissimus* des pays avec faciès dinantiens à Brachiopodes.

Si l'on se réfère aux divisions en zones basées sur les Goniatites, ce groupe d'espèces correspond à celui des zones P_2 du Centre et du Nord de l'Angleterre et III-γ en Allemage ; il permet de préciser que les schistes de Mondette se trouvent à un niveau élevé du Viséen supérieur, à la limite entre Viséen et Namurien.

Goniatites subcircularis MILLER est un des éléments de cette faune les plus constants et les plus faciles à identifier.

II. La faune de Mondette, à *Goniatites subcircularis* a été retrouvée à Larbont en Ariège et aussi dans la vallée de Lauribar en Basses-Pyrénées. A Larbont, M. Dubar l'a située à environ 30 mètres au-dessus des lydiennes qui forment là, comme partout dans les Pyrénées, la base du Dinantien, et qui sont d'âge viséen inférieur.

Dans la vallée du Lauribar, les schistes à *Goniatites subcircularis*, *granosus*, *Daraelites*, etc., se trouvent à 25 mètres au-dessus des lydiennes et à 15 ou 18 mètres sous les schistes à *Eumorphoceras bisulcatum* (base du Namurien). Leur position stratigraphique vient ainsi confirmer les conclusions tirées de la paléontologie.

Le niveau à *Goniatites subcircularis* peut donc être recherché dans l'étude du Carbonifère des Pyrénées, pour repérer le Viséen supérieur, dans les séries schisteuses qui surmontent les lydiennes — ou même pour fixer approximativement la limite supérieure du Dinantien dans ces schistes.

III. La connaissance et la détermination de l'âge de cette faune permettent d'établir des corrélations avec des régions situées à plus grande distance.

Le Dinantien présente les mêmes faciès : lydiennes surmontées par des schistes à Goniatites (groupes de *Goniatites crenistria*, *striatus*, *subcircularis*) en Europe centrale : Hesse-Nassau, Harz, Thuringe, Moravie (Bassin houiller silésien).

Entre ces régions et les Pyrénées, la même faune est connue en Bosnie.

L'horizon à *Goniatites subcircularis* existe également dans la Montagne Noire, à une certaine distance au-dessus des lydiennes : il y a été découvert dans la vallée du Landeyran à Saint-Nazaire-

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

de-Ladarez, dans des schistes considérés naguère comme étant d'âge tournaisien.

On le retrouve sur le versant sud des Pyrénées, puis dans la

FIG. 6. — Répartition des principaux faciès dinantiens en Europe.

Province de Barcelone où il est représenté par les schistes de Papiol (Pruvost, 1912), d'abord rapportés au Silurien.

IV. A proximité du même horizon, dans les zones à *Goniatites crenistria* et à *Gon. striatus*, qui sont immédiatement au-dessous de la zone à *Gon. subcircularis*, se placent les schistes à plantes de Fuissé (Mâconnais), ceux d'Ancenis (Loire-inférieure), la grauwacke de Thann (Vosges) à *Productus giganteus* [1].

Ces faciès schisteux à plantes occupent au point de vue géo-

1. Voir *C. R. somm. S. G. Fr.*, 1932, p. 206.

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

graphique une position intermédiaire, — celle d'un haut-fond qui s'ennoya progressivement au Dinantien (A. Michel-Lévy, 1908), — entre la région des Pyrénées-Montagne Noire d'une part, avec lydiennes et schistes à Goniatites, et d'autre part la région englobant l'Ardenne, le Nord de la France et toute la moitié occidentale des Iles Britanniques, où dominent les calcaires à Brachiopodes.

V. En Belgique, l'horizon à *Goniatites subcircularis* a été repéré à Warnant et à Bioul, entre Namur et Dinant : il est représenté par quelques mètres de schistes et de calcaires en plaquettes qui font le passage des faciès calcaires du Dinantien aux faciès schisteux du Houiller (de Dorlodot et Delépine, 1930, p. 59).

Dans le Nord de l'Angleterre il a été identifié par Bisat (1928, pl. VI). En North Devon ce sont des couches appartenant approximativement au même horizon, avec *Goniatites spiralis* Phill. et *Posidonomya Becheri* Bronn, qui représentent la base du Carbonifère, reposant en transgression sur le Dévonien (Phillips, 1841, p. 190).

En Asturies (Ch. Barrois, 1882), le Carbonifère débute par des *griottes* contenant une faune à Goniatites appartenant au même niveau supérieur du Viséen. — Les schistes à *Goniatites subcircularis* ont éte découverts également par H. Termier au Maroc.

La connaissance de ces horizons à Goniatites du Viséen supérieur, auxquels appartiennent les couches fossilifères de Mondette, permet donc d'établir aujourd'hui des corrélations plus précises d'une région à l'autre, de l'Europe occidentale à l'Europe centrale et à la Région méditerranéenne, en dépit des différences si accentuées entre leurs faciès au Dinantien.

La répartition de ces divers faciès et de leurs faunes en Europe est figurée sur la carte ci-contre (fig. 6).

BIBLIOGRAPHIE

Bisat, 1928. — The Carboniferous Goniatites Zones of England. C. R. du Congrès géol. carb. Heerlen, p. 117.

Caralp, 1903. — Le Permien de l'Ariège. *B. S. G. F.* (4), III, p. 635-650.

Congrès pour l'avancement des études de stratigraphie carbonifère. Heerlen, 7-11 juin 1927. (Compte Rendu, Liège 1928, p. 1-852).

Delépine G., 1931. — L'âge des schistes de Mondette. *C. R. Som. S. G. F.*, 15 juin, p. 157.

Delépine G., Dubar et Laverdière, 1929. — Observations sur quelques gise-

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

ments du Carbonifère des Pyrénées. *C. R. Som. S. G. F.*, 2 décembre, p. 236.

De Dorlodot et Delépine G., 1930. — Faune marine du Terrain Houiller de la Belgique. *Mém. de l'Institut géologique de l'Université de Louvain*, t. VI, fasc. 1.

Dollé L. — Le Dinantien supérieur (Viséen) de la vallée de l'oued Zousfana. *A. S. G. N.*, XLI, p. 240.

Dubar G., 1931. — Sur la présence, dans les Basses-Pyrénées, des Goniatites carbonifères de Mondette. *C. R. Som. S. G. F.*, 9 et 16 décembre, p. 212.

Dubar, 1931. — Sur la présence de schistes du Dinantien supérieur à Saint-Antoine (vallée de l'Ariège). *Ibid.*, p. 225

Fromaget, 1927. — Études géologiques dans le Nord de l'Indo-Chine Centrale. *Bull. Serv. Géol. Indo-Chine*, vol. XVI.

Fromaget, 1931. — *Daraelites* de la province du Cammon (Laos). *B. S. G. F.* (5), I, p. 659, pl. XXXVI.

Girty G. H., 1909. — The fauna of the Caney Shale of Oklahoma. *U. S. géol. Survey*, n° 377.

Girty G. H., 1911. — The fauna of the Moorefield shale of Arkansas. *Ibid.*, n° 439.

Haug E., 1898. — Études sur les Goniatites. *Mém. S. G. F.*, n° 18.

Hind W., 1896-1900. — Carboniferous Lamellibranchs, t. I et t. II, *Pal. Soc. London.*

Kittl Ernst, 1905. — Geologie der Umgebung von Serajevo. *Jarhr. K. K. Geol. Reichsanst.* f. 1903, p. 515-746, pl. XXI-XXIII.

Kobold Albrecht, 1932. — Die Gliederung des Oberharzes Klums nach, Goniatiten, *Jahr. d. Preuss. Geol. Landes.* Bd. 53, p. 450-515, pl. XXII et XXIII.

Michel-Lévy Albert, 1908. — Les terrains primaires du Morvan et de la Loire. *Bull. Serv. de la Carte géol. de la France*, t. XVIII, n° 120.

Patteisky I. K., 1929. — Die geologie und fossilführung des Mährisch-Schlesischen Dachschiefer und grauwackenformation. Troppau.

Phillips J., 1841. — Palaeozoic fossils of Cornwall Devon and West Somerset. London.

Pruvost, 1912. — L'âge des schistes pourprés de Papiol près de Barcelone. *A. S. G. N.*, XLI, p. 263, pl. VIII.

Schmidt H., 1925. — Die carbonischen goniatiten Deutschlands. *Jahrb. d. Preuss. geol. Landes.*, f. 1924, Bd. XLV, p. 489-609, pl. 19-26.

Smith J. P., 1903. — The carboniferous Ammonoids of America. *U. S. Geol. Survey*, XLII.

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

EXPLICATION DES PLANCHES VII ET VIII

A part quelques exemplaires de la collection Caralp qui sont déposés au Laboratoire de géologie de la Sorbonne, et dont mention est faite dans la légende, les fossiles figurés se trouvent dans les collections de la Faculté libre des sciences de Lille.

Sauf indication contraire les fossiles figurés proviennent des schistes de Mondette.

Planche VII

Fig. — ***Pronorites*** sp.
Partie de la suture. E : extrémité trifide du lobe externe : L', premier lobe latéral bifide. — Gr. 3/2.

Fig. 2. — ***Prolecanites quinquelobus*** Kittl.
Moule interne avec chambre d'habitation et éléments de suture. Les premiers tours de spire ne sont pas conservés. — Ceux des lobes latéraux qu'il était possible de délimiter ont été teintés en blanc pour mettre en évidence leur forme étroite allongée et non élargie en massue comme chez *Daraelites* et *Paraprolecanites*. — H, limite entre la partie cloisonnée et la chambre d'habitat.

Fig. 3. — Cloisons de ***Daraelites praecursor*** var. *pyrenaicus* nov. var. Collection Caralp. Planchette I, figure 2). — Gr. 2, 6.

Fig. 4. — Cloisons de ***Daraelites praecursor*** var. *pyrenaicus*. — Gr. 3. Localité : Vallée du Lauribar (Basses-Pyrénées).

Fig. 5 à 9. — ***Glyphioceras bisinum*** nov. spec.
5 et 6 : gr. 2.
7 : détail du réseau formé par le croisement des stries transversales avec les stries longitudinales ; agrandissement de la partie droite de la figure 6.
8 et 9 : partie ventrale bordée des deux sillons. — Gr. 3.

Fig. 10. — ***Prolecanites quinquelobus*** Kittl.
La pression et le glissement des feuillets schisteux ont brouillé le dessin des sutures. Les premiers tours sont conservés. Gr. 3/2.

Fig. 11-12. — Fragments de ***Goniatites falcatus*** Roemer. — Gr. 1,3.

Fig. 13. — Fragment de ***Goniatites crenistriatus*** Bisat. — Gr. 5/3.

Fig. 14 à 17. — ***Goniatites subcircularis*** Miller.
Fig. 14 : gr. 3.
Fig. 15 et 16 : gr. 2.
Fig. 17 : fragment d'exemplaire non écrasé ; partie ventrale avec suture partiellement visible (*s*) et constrictions (*c*) ; gr. : 2.

Fig. 18. — Tours de spire de Prolecanitide, probablement exemplaire jeune de *Paraprolecanites mixolobus* Phill. ou de *Daraelites*. — Gr. : 1, 3.

Planche VIII

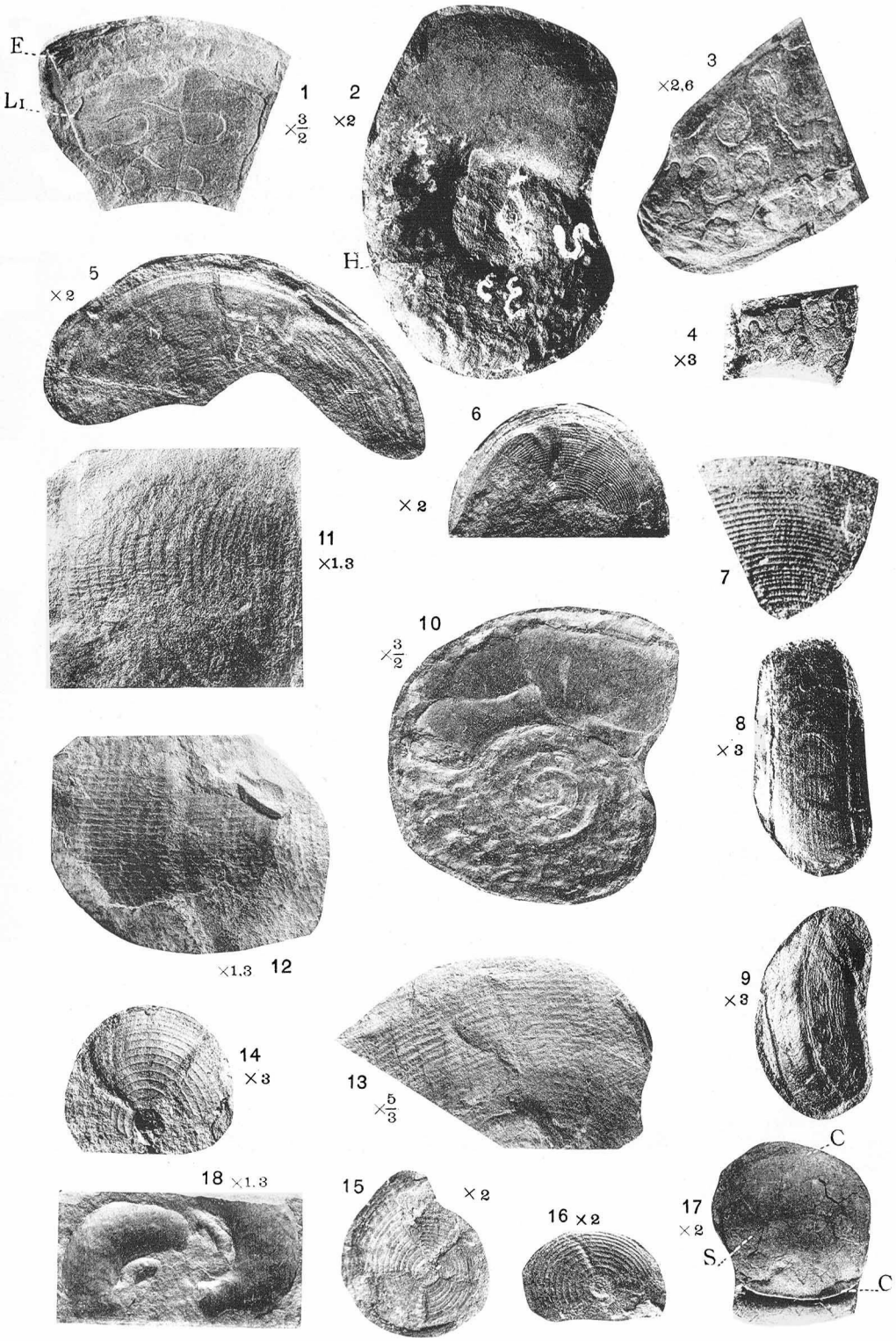
Fig. 1. — ***Orthoceras*** sp. — Gr. 1, 2.

Fig. 2. — ***Orthoceras*** ? ou ***Hyolithes*** ? — Gr. 1, 3.

Fig. 3. — ***Prolecanites involutus*** nov. spec. — Gr. 2.
Gisement : Vallée du Lauribar.

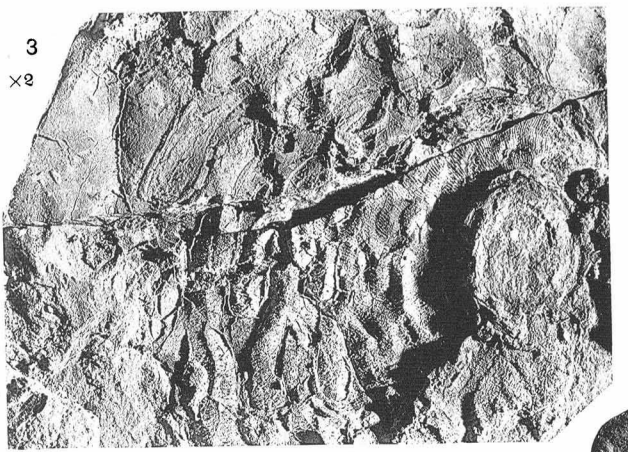
Fig. 4. — Fragment de Prolecanitide (un peu agrandi).

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

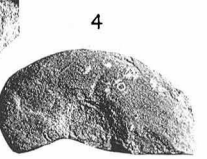


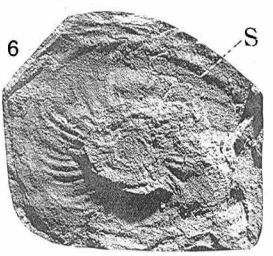
Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

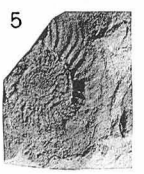
1 ×1.2

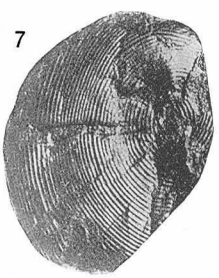

3 ×2

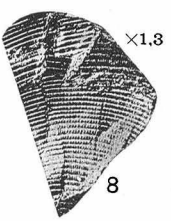
2 ×1.3


4


6 ×2 S

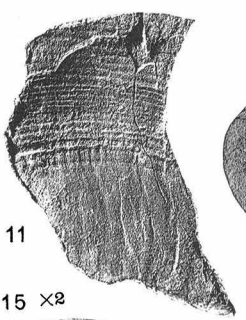

5

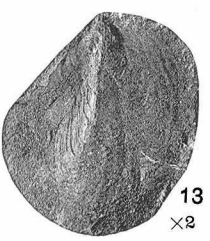

7


×1.3 8

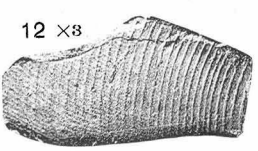
9

10 ×3


11

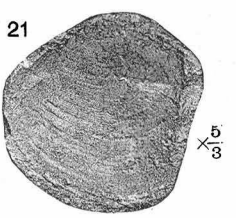

13 ×2

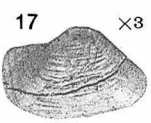
14 ×1.2


12 ×3

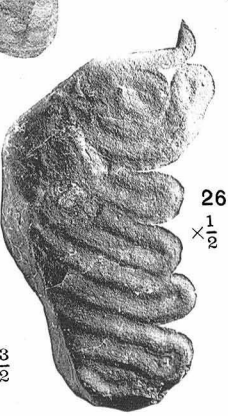
15 ×2

20 ×2


21 ×5/3


17 ×3

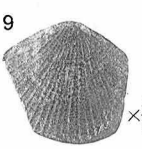
16 ×1.6

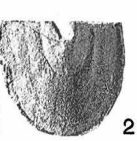

26 ×1/2

23

22

18 ×2


19 ×3/2


×5/2 25

24

Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

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

FIG. 5 et 6. — ***Eumorphoceras bisulcatum*** GIRTY.
Fig. 5 : gr. nat.
Fig. 6 : contre-empreinte du même, grossie deux fois ; s, : contre-empreinte du sillon au voisinage du bord externe.
Gisement : vallée du Lauribar.

FIG. 7 et 8. — ***Goniatites granosus*** PORTLOCK.
Fig. 7 : gr. nat. (Collection Caralp).
Fig. 8 : détail agrandi d'une partie de la surface pour montrer l'ornementation.

FIG. 9. — ***Goniatites granosus*** PORTLOCK.
Exemplaire de petite taille ; partie ventrale. — Gr. nat.

FIG. 10. — ***Goniatites granosus*** PORTLOCK.
Fragment de la partie ventrale. — Gr. 3.
Gisement : schistes à goniatites de Larbont (Ariège).

FIG. 11. — ***Goniatites crenistriatus*** BISAT. — Gr. nat.
Gisement : Saint-Antoine (Ariège).

FIG. 12. — ***Goniatites crenistriatus*** BISAT.
Détail d'ornementation : espacement irrégulier des stries longitudinales ; celles-ci sont recoupées obliquement par les fines stries transversales. — Gr. 3.

FIG. 13-14. — ***Posidoniella angulata*** nov. spec.
Valves gauches.
Fig. 13 : gr. 2 ; Fig. 14 : gr. 1, 2.

FIG. 15. — ***Phillipsia***. — Gr. 2.

FIG. 16. — ***Chonetes laguessiana*** DE KONINCK. — Gr. 1, 6.

FIG. 17. — ***Edmondia*** cf. ***sulcata*** PHILLIPS.
Exemplaire jeune. Valve droite. — Gr. 3.

FIG. 18. — ***Protoschizodus*** ?
Valve gauche. — Gr. 2.

FIG. 19. — ***Pterinopecten radiatus*** PHILLIPS. — Gr. 3/2.

FIG. 20. — ***Sanguinolites*** sp. — Gr. 2.

FIG. 21. — Cf. ***Cypricardella parallela*** (PHILL.) HIND. — Gr. 5/3.

FIG. 22 et 23. — ***Limatulina alternata*** M^c COY.
Valves gauches. — Gr. nat.

FIG. 24. — ***Aviculopecten pracaensis*** KITTL. — Gr. nat.

FIG. 25. — ***Patella*** (*Lepetopsis*) ***ottomana*** KITTL. — Gr. 5/2.

FIG. 26. — Pistes : ***Crossopodia***. — Gr. 1/2.
Gisement : Schistes de Saint-Antoine (Ariège).

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

Observations sur la distribution de la flore fossile dans le terrain carbonifère inférieur du bassin du Donetz

Division du Carbonifère inférieur d'après cette flore

par **M. D. Zalessky** et **H. Th. Tchirkova** [1].

Nos recherches paléobotaniques dans le terrain carbonifère inférieur du bassin du Donetz ont été faites dans le but d'étudier la distribution de la flore fossile par ses différents horizons stratigraphiques. Elles ont effleuré en 1928, 1929 et 1930 principalement la vallée de la rivière Kalmious, à commencer par la dite « porte », au Sud de l'endroit, où le ravin Bulub-Algan-Tarama a son embouchure dans cette rivière du côté droit, dans le cours inférieur de la rivière jusqu'au ravin Verbovaïa dans son cours plus haut, et à partir du village Novolioubovka dans la vallée du Kalmious, à l'Est, jusqu'à la source de la rivière Kamyche-Souate (Kamychevakha) avec ses ravins à l'Ouest. En outre, des excursions ont été faites dans quelques points du développement du calcaire continu près du village Grande Karakouba et du village Styla, où des sédiments carboniférien inférieurs reposent sur les dépôts continentaux du Dévonien supérieur. Le premier auteur a été assisté dans ces explorations en 1928 par D. M. Zalessky qui, ayant travaillé alors avec lui à recueillir les fossiles, en 1929, les collectionnait à lui seul en exécutant pour ceci de petits travaux miniers. Ces dernières collections ont notablement enrichi nos renseignements sur la flore fossile du terrain carbonifère inférieur du bassin du Donetz et ont donné le matériel concernant la distribution de cette flore dans les différents horizons géologiques. A part ceci, D. M. Zalessky a trouvé un nombre de formes nouvelles intéressantes et rares. C'est notre devoir de lui exprimer notre vive reconnaissance.

Cette contrée représente orographiquement un plateau d'érosion typique traversé par la rivière Kalmious et ses affluents. Ceux-ci ont creusé de longs ravins sinueux; ce plateau forme la partie sud-ouest de la chaîne des montagnes du Donetz confinant avec la bande méridionale de granit qui forme un champ con-

1. Note présentée à la séance du 1er avril 1935.
2 janvier 1936.

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

tinu dans les districts de Berdiansk et de Marioupol. La limite septentrionale de cette bande de granit à partir de la rivière Kalmious vers l'Ouest longe la rivière Mokraïa Volnavakha. La rivière Kalmious croise tout le complexe des sédiments carbonifériens en travers de leur étendue. En suivant sa vallée, on peut étudier toute la coupe du Carbonifère inférieur et ce qui est au-dessus.

Avant d'aborder notre étude, considérons la division stratigraphique des sédiments du Carbonifère inférieur, division établie par les géologues et utilisée habituellement. A la base des sédiments carbonifériens du Donetz se trouve une assise de grès arkoses, de conglomérats et de quartzites avec des schistes argileux verts et rouges et de brèches porphyreuses et de porphyres qui sépare le complexe des grès des calcaires gris foncé qui les recouvrent et qui, à cause de la faune découverte par Th. N. Tschernyschev, ont été attribués au Dévonien supérieur. Ces schistes argileux du complexe des grès contiennent une flore dévonienne supérieure que nous avons aussi trouvée en quelques autres points près des villages Grande Karakouba et Styla, dans des schistes siliceux. Nous y avons découvert un nouveau groupe de Sigillaires du genre *Helenia* conprenant plusieurs espèces et une nouvelle gymnosperme d'un nouveau genre, *Caracuboxylon*. Au-dessus des sédiments dévoniens supérieurs reposent des dépôts carbonifériens qui, sur l'étendue de la contrée explorée par nous, ont été divisés par N. J. Lébédev, Th. N. Tschernyschev et L. J. Loutouguine en sept paquets de couches ou assises[1], savoir l'assise C_1^1 — des calcaires gris dolomitisés avec des *Spirifer* à stries fines, décrits par N. J. Lébédev sous la dénomination de *Spirifer medius* Leb, puis l'assise C_1^2, composée de calcaires avec *Spirifer tornacensis* et des coraux *Tabulata*, ensuite l'assise C_1^3 de marnes siliceuses, ressemblant à la craie avec des porphyres subordonnés renfermant *Productus giganteus* Mart. var., *Chonetes hardrensis* Phill. et *Discina nitida* Phill., et l'assise C_1^4, composée de calcaires gris avec l'espèce typique *Productus giganteus* Mart., *Spirifer ovalis* Phill. et *Tetracorallia*. Plus haut les calcaires continus sont remplacés par un puissant complexe de grès et de schistes avec leurs calcaires subordonnés que les premiers auteurs des levés géologiques détaillés du bassin du Donetz avaient placés dans l'assise C_1^5. Les calcaires dans ce

1. N. J. Lébédev, Recherches géologique dans la région du Kalmious au bassin houiller du Donetz, faites en 1892. *Bull. Com. géolog.*, 1898, t. XII, n°s 3-4.
Th. N. Tschernyschev et L. J. Loutouguine, Le bassin du Donetz, livr. XVI. *Guide des excursions du Congrès géologique International*, 1900, p. 8.

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

complexe de roches sont déjà caractérisés par *Productus latissimus* Sow.

Au-dessus de l'assise C_1^5 repose aussi un complexe de schistes calcaires, de grès, psammites et arkoses, à la base desquels existe un calcaire gris avec *Productus latissimus* Sow., *P. elegans* Mc Coy, *Rhynchonella reflexa* de Koninck, *Phillipsia derbyensis* Mart. Ce complexe est placé dans l'assise C_1^6, qui est recouverte par un complexe de grès et de schistes avec leurs calcaires subordonnés, placés dans l'assise C_1^7. Ces assises de la section inférieure du système carbonifère sont déjà recouvertes par un complexe de roches argilo-sablonneuses et de calcaires, dans lesquels *Productus latissimus* Sow. est tout à fait absent et où apparaissent *Spirifer* du type de *Spirifer mosquensis* Fischer. Cette assise de roches est classée par les explorateurs déjà nommés à la section moyenne du système et désignée par l'index C_2^1. Cette assise borde du côté nord la région que nous avons explorée et dont nous n'avons pas dépassé les limites. N. J. Lébédev, en publiant la planche de sa carte sous le titre de Carte géologique de la partie méridionale du bassin houiller du Donetz[1], a divisé la série des sédiments mentionnée plus haut non en assises, mais en étages : il distingue à partir du Dévonien continental supérieur, neuf étages conformément au nombre d'assises décrites antérieurement en désignant les deux premiers D_3 et CD. Le dernier étage qu'il envisage comme étage transitoire du Dévonien au Carbonifère est caractérisé par la faune de l'étage Malevko-Mouraevnienne avec *Productus fallax* Pand., *Cythere tulensis* Sem. et Mœll. et *Rhynchonella domgeri*, décrite de nouveau par Th. N. Tschernyschev. Puis il distingue les étages C_1^1 avec *Spirifer medius* Lebed., C_1^2 avec *Spirifer tornacensis* de Koninck, C_1^3 — étage de marnes siliceuses avec *Discina nitida* Phill., C_1^4 — étage avec *Productus giganteus* Mart., ainsi que les étages C_1^5, C_1^6, C_1^7 avec les fossiles nommés plus haut.

Dans le compte rendu du Comité géologique pour l'année 1909[2], L. J. Loutouguine et A. A. Sniatkov, en se fondant sur leurs recherches dans le bassin du Donetz en 1903, sont arrivés à la conclusion que la distinction de l'assise C_1^1 par N. J. Lébédev n'est pas suffisamment fondée, que l'assise C_1^3 de marnes siliceuses ne mérite pas d'être considérée comme unité stratigraphique ni par son épaisseur, ni par la stabilité de son caractère. Ils proposent d'envisager l'assise C_1^1 comme comprenant toutes

1. Dans le livre de N. J. Lébédev. Matériaux pour la géologie du bassin du Donetz (en russe). Ecatherinoslav 1911.
2. *Bull. du Com. Géolog.*, 1910, n° 2.

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

les quatre assises C_1^1, C_1^2, C_1^3, et C_1^4 de Lébédev, l'assise C_1^4 près de la « porte » sur la rivière Kalmious, distinguée par N. J. Lébédev n'étant pas une assise indépendante, mais toujours la même assise C_1^1, répétée par suite d'une dislocation.

Le terrain carbonifère inférieur du bassin du Donetz se divise en cinq assises. Cette division a été adoptée dans les publications du Comité géologique russe sur la géologie du bassin du Donetz apparues après le mémoire de Tschernyschev et Loutouguine : « Le bassin du Donetz », dans laquelle les quatre premières assises de Lébédev ont été réunies en une seule C_1^1, tandis que son assise C_1^5 a été divisée en deux assises qui reçurent les index C_1^2 (B) et C_1^3 (C). Les assises C_1^6 et C_1^7 de Lébédev ont reçu, d'après Loutouguine et Sniatkov, les index respectifs C_1^4 et C_1^5. Les recherches de K. J. Lissitsine en 1911[1] ont pourtant démontré que la coupe géologique adoptée par le Comité géologique est incorrecte, car la faune du calcaire C_1^4 avec *Productus giganteus* Mart. et la faune du calcaire C_1^2 d'après Lébédev, qui ne contient pas *Productus giganteus* Mart., n'est pas la même, ce qui devrait être, si les hypothèses des géologues du Comité géologique étaient exactes. Il établit que la partie supérieure du terrain carbonifère du bassin à commencer par C_1^4 et au-dessus du Donetz, appartient à la zone à *Dibunophyllum*. Déjà dans l'assise C_1^5 on ne rencontre plus le *Productus giganteus* Mart. typique, mais seulement *Productus latissimus* Sow. qui lui est apparenté et qui est caractéristique du sous-étage de Serpoukhov. Son étude a montré qu'il n'y a pas de raison scientifique d'accepter la réunion des quatre premières assises de Lébédev (C_1^1-C_1^4) en une seule assise C_1^1, car l'assise C_1^1 de Lébédev avec *Spirifer medius* Leb. a été observée dans une roche calcaire au village Grande Karakouba et le long de la rivière Kalmious, immédiatement au-dessus des sédiments dévoniens. L'assise C_1^2 de Lébédev d'après la faune qu'elle contient a été divisée par lui en cinq horizons. Le fait qu'on a trouvé dans le quatrième horizon inférieur de cette assise le genre *Caninia* à côté de *Productus sublaevis* Kon. lui donne la possibilité de ranger l'assise C_1^2, suivant la subdivision anglaise, dans le sous-étage viséen ; autrement dit, c'est dans l'assise C_1^2 de Lébédev qu'on peut tracer la limite entre les sous-étages viséen et tournaisien, tandis que d'après les données belges cet horizon avec *Productus sublaevis* doit être attribué encore au sous-étage tournaisien. Dans son cinquième

1. K. J. Lissitsine (Lisitzin). Compte rendu des recherches géologiques faites en été 1911, dans les bassins du Donetz et de Moscou. *Bull. de l'Institut polytechnique Alexis du Don*, 1912, t., I sect. II, pp. 169-178, Novotcherkask 1912.

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

horizon, Lissitsine a constaté l'apparition des premiers *Dibunophyllum*. Il n'est pas de l'avis des géologues du Comité géologique qui ne distinguent pas l'assise C_1^3 de marnes siliceuses avec *Productus* aff. *carringtonianus* qui leur est caractéristique ; car les marnes siliceuses ne contiennent jamais la faune spécifique de C_1^3, même si on les rencontre plus haut dans la coupe géologique. Selon l'opinion de Lissitsine, l'étage à charbon du Carbonifère de l'Oural qui se trouve entre le calcaire à *Productus misolobus* et le calcaire à *Productus giganteus*, correspond à peu près à l'assise des marnes siliceuses. Au-dessus de l'assise C_1^3 des marnes siliceuses en amont de la rivière Kalmious, c'est le complexe C_1^4 avec *Productus giganteus* et *Dibunophyllum* aff. *turbinatum*. Plus loin, on suit le complexe peu épais de l'assise C_1^5 (de Lébédev) au-dessus de laquelle se trouve déjà la faille, car apparaît le calcaire de l'assise C_1^2 et puis les calcaires des assises C_1^3 et C_1^4. Sur la rivière Kalmious, la répétition de l'affleurement de l'assise C_1^4 due à la faille n'est pas notée par Lébédev et les horizons, qui appartiennent réellement aux assises C_1^3 et C_1^4, sont attribués par lui à l'assise C_1^2. D'après Lissitsine, toutes les couches des calcaires ne se répètent pas dans la faille sur le Kalmious, mais seulement les couches à partir du quatrième ou troisième horizon de cette assise. Nous avons eu l'occasion d'observer aux environs du village Grande Karakouba l'assise C_1^1 avec *Spirifer medius* Leb. ainsi que l'assise suivante C_1^2 dont une partie est représentée par la roche près du village. Cette dernière assise a été aussi observée par nous aux environs du village Styla sur la Mokraïa Volnovakha, à l'embouchure du ravin Bousinova ; et sur ses bords mêmes nous avons trouvé l'affleurement de couches transitoires de D à C (DC.) avec *Rhynchonella Domgeri* et *Productus Kalmiusi* (aff. *fallax*). Un peu en aval de la rivière Mokraïa Volnovakha, vers le village Styla, nous avons observé les marnes siliceuses. Quant aux calcaires de l'assise C_1^4, nous avons eu l'occasion de les observer sur la route de Styla, sur la rive droite de la rivière Soukhaïa Volnovakha, où ils regorgent de coquillages de *Productus giganteus* et de coraux du genre *Dibunophyllum*. Nous avons observé le même calcaire avec *Productus giganteus* et une grande quantité de coraux sur la rive droite de la rivière Soukhaïa Volnovakha, en face de la jonction des ravins Starchin-Tarama et Platitache.

En 1927, N. J. Lébédev a publié son nouvel ouvrage « Matériaux pour la Géologie du bassin houiller du Donetz »[1], accom-

1. N. Lébédev. Die Materialien zur Geologie des Donetzbeckens. *Scientific Magazine of the geological Catheder of Dnepropetrovsk*, 1927 (en russe).

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

pagné d'une carte. Il laisse sa division en étages et considère 7 zones dans la série des sédiments du Carbonifère inférieur qui correspondent à ses 7 étages ou 7 assises. Il donne à l'assise C_1^1 le nom de zone Karakoubienne en la désignant C_1^1, à l'assise C_1^2, le nom de Volnovakhienne (C_1^1b) et les rapporte au Tournaisien ; l'assise C_1^3, qu'il désigne C_1^2a, à laquelle il donne le nom de Stylienne, est rapportée au Waulsortien ; l'assise C_1^4 (C_1^2b) ou la zone Donetzienne commence le Viséen qui se prolonge dans la zone du Kalmious C_1^5 (C_1^2c). Puis viennent les zones Béchévienne C_1^2d (C_1^6) et Mandrykienne C_1^2e (C_1^7). Nous nous servirons de ces dénominations des zones, car elles sont très commodes. En 1925, K. J. Lissitsine a publié un article sur les subdivisions du Carbonifère inférieur et leur faune de coraux et de brachiopodes [1], où il confirme l'opinion de N. Lébédev sur l'attribution de la zone Karakoubienne à la base du Tournaisien et sa corrélation avec les calcaires de la rivière Oupa, c'est-à-dire à la portion supérieure de l'étage Malevko-mouraievnienne. La zone Volnovakhienne est divisée par lui en sept horizons l'inférieur étant en corrélation avec les calcaires de Tchernychino dans le bassin houiller de Moscou. Dans la partie supérieure de cette zone apparaissent les *Dibunophyllum* primitifs. Quant aux zones Stylienne et Donetzienne, il rapporte la première à la base de la zone D, la seconde à la sous-zone D_2 de Vaughan. La zone Kalmiousienne, composée de puissantes couches de grès et de schistes avec *Productus latissimus* f. *giganteiformis* Lisitzin et *Dibunophyllum donicum* Lis. correspond d'après lui à la partie supérieure de la zone D de la division du terrain carbonifère anglais (par Vaughan). La zone Béchevienne (assise C_1^6), dans laquelle se trouve la première couche exploitable de houille, est caractérisée par lui dans sa partie inférieure par l'apparition de *Dibunophyllum superior* (calcaire D_1) et la zone Mandrykienne (assise C_1^7) par la présence de *Spirifer bisulcatus*, *Productus longispinus* et *Chonetis hardrensis*. Le *Spirifer* du type *S. mosquensis* est encore absent dans cette zone et *Productus latissimus* ne s'y rencontre que rarement.

Une étape plus avancée dans l'étude de la coupe du carbonifère inférieur du bassin du Donetz est représentée par l'ouvrage de P. B. Koumpan, K. J. Lissitsine et A. P. Rotaï [2] : Compte rendu

1. K. J. Lissitsine. Les subdivisions du Carbonifère inférieur et leur faune des coraux et des brachiopodes. *Bull. de l'Institut polytechnique du Don*, t. IX, Novotcherkask 1925 (en russe).

2. *Bull. du Comité géologique*, t. XLVIII, n° 1, 1929.

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

d'une excursion sur la rivière Kalmious en été 1927. Ces auteurs signalent l'erreur de Lissitsine qui a rangé à cause de sa répétition le troisième horizon (d'en bas), une partie de l'assise C_1^2 de Lébédev (de la zone Volnovakhienne) avec *Zaphrentis Koninckı* var. *kalmiusica*; ils fixent sa vraie position immédiatement au-dessus du quatrième horizon (d'en bas) de Lissitsine, c'est-à-dire au-dessus de l'horizon à *Productus* du groupe *sublaevis* (*humerosus*). En outre, cet ouvrage signale la faille près de la « porte » sur la rivière Kalmious. Sur la rive gauche de la rivière Kalmious cette faille passe immédiatement en aval de la « porte » dans le complexe de schistes et de grès de la zone Kalmiousienne au-dessus de la zone du Donetz. Les roches répétées au-dessus de la faille commencent par le cinquième horizon (d'en bas) du schéma de Lissitsine, c'est-à-dire par la partie moyenne de la zone Volnovakhienne, tandis que sur la rive droite de la rivière Kalmious la faille forme la partie inférieure de la zone du Donetz et la répétition des roches au-dessus de la faille commence par le calcaire dévonien avec le granit sous-jacent. Plus haut tout le complexe des calcaires se répète à partir de la zone Karakoubienne jusqu'à celle du Donetz inclusivement[1].

Dans les travaux du Comité géologique sur le bassin du Donetz et sur les cartes du bassin du Donetz publiées par lui, tout le complexe des sédiments carbonifériens du bassin est divisé en une série d'assises. La section inférieure de ce complexe est, comme nous l'avons dit, divisée en 5 assises dont l'inférieure C_1^1 ou A selon l'indication alphabétique correspond aux 4 zones de Lébédev, de la zone Karakoubienne jusqu'à celle du Kalmious exclusivement, le reste des assises — C_1^2 (B) et C_1^3 (C) — équivalent à sa zone Kalmiousienne, et les assises C_1^4 et C_1^5 correspondent à ses zones Béchevienne et Mandrykienne.

1. Notre travail présent était achevé lorsque deux mémoires de A.-P. Rotaï apparurent : I, New representatives of Brachiopoda from the Lower Carboniferous of the Donetz Basin. II, Brachiopods and stratigraphy of Lower Carboniferous of the Donetz Basin. *Transactions of the geological and Prospecting Service of U. S. S. R.*, fascicule 73, 1931, en russe, avec résumé en anglais, où l'auteur donne une nouvelle division du Carbonifère inférieur du Donetz qui diffère peu dans son essence de la division de K. J. Lissitsine, mais qui est intéressante dans ses détails. Le calcaire F_1 est à la limite du carbonifère inférieur et du houiller moyen, comme le faisaient Tschernyschev et Loutouguine, et distingue les deux assises B et C de Loutouguine, sa division n'introduit pas de changements dans la série des sédiments qui nous intéressent hormis une nouvelle désignation. D'après les données de cet auteur, les derniers *Productus latissimus* se rencontrent dans le calcaire D_7. Cette extinction de la faune caractéristique viséenne supérieure coïncide à peu près avec notre limite du terrain carbonifèrien inférieur et supérieur indiquée par le calcaire E_1.

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

Notre étude de la répartition de la flore fossile le long de la coupe a eu trait principalement aux assises B, C, D et E, car ce n'est que dans l'assise B à schistes et grès que les restes végétaux commencent à apparaître. Mais pour éclaircir la relation entre l'assise inférieure B et l'assise sous-jacente A, il a fallu aussi, comme nous l'avons déja mentionné, faire des excursions dans la zone du développement de cette dernière jusqu'à atteindre le Dévonien. Les assises B et C de Loutouguine et ses collaborateurs correspondent à l'assise C_1^5 de Lébédev et à laquelle ce dernier donne à présent le nom de zone Kalmiousienne. Cette assise a été divisée, car c'est dans la partie supérieure de l'assise C_1^5 de Lébédev que commencent les couches de houille dont une, la couche Béchévienne, se trouvait, à vrai dire, au delà des limites de l'assise C_1^5 de Lébédev, dans la partie inférieure de l'assise C_1^6 (zone Béchevienne) et avait même été pendant un certain temps exploitée par les paysans ; tandis que dans la partie inférieure de l'assise C_1^5 on n'avait pas alors signalé de houille et on supposait qu'il n'y en avait pas du tout. C'est cette partie supérieure de l'assise C_1^5 contenant la houille, qui a été appelée par Loutouguine assise C_1^6 (C). Plus tard, on a constaté qu'il y a aussi de minces couches de houille dans la partie moyenne de l'assise C_1^5 (B) devenue la partie supérieure, l'assise C étant détachée, ces couches n'atteignent qu'une épaisseur de 20 cm. C'est pourquoi la division de la zone (ou de l'assise) de Lébédev C_1^5 en deux assises B et C n'est pas fondée du point de vue pratique et l'est encore moins du point de vue scientifique. Des deux assises de Loutougine sont caractérisées, comme nous le verrons plus loin, par la même flore fossile et leur séparation ne peut être qu'artificielle.

Pour en finir avec la question des divisions du Carbonifèrien inférieur dans le bassin du Donetz, il faut encore citer la division proposée par le premier auteur dans son travail : « Essai d'une division du terrain houiller du bassin du Donetz d'après sa flore fossile, *Congrès de stratigraphie carbonifère*, Heerlen, 7-11 juin 1927, Liége 1928 et en russe dans les *Bull. du Comité géologique* 1928, t. XLVII, livr. 1. Dans ce mémoire, il a divisé tout le complexe des sédiments carbonifères du bassin en une suite des séries dont la série inférieure : série Béchévienne comprend les assises B et C et la série Kalmiousienne, située plus haut — les assises E, F, G et H, quant à l'assise D, elle n'avait pas alors donné de matériel pour pouvoir la placer définitivement dans une des séries mentionnées, mais par hypothèse, elle était rapportée au Dinantien ainsi que les assises B et C, maintenant que

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

la flore de cette assise nous est quelque peu connue, nous la croyons reliée davantage à la série Béchévienne. Toutefois, pour nous conformer à l'arrêté du Congrès de Heerlen sur la stratigraphie carbonifère, nous sommes obligés de placer l'assise D au Carbonifère supérieur des géologues allemands, dans l'étage namurien et de tracer la limite entre le Carbonifère inférieur et supérieur dans le complexe du développement d'une seule et même flore de la série Béchévienne. Notre opinion sur cette question est autre. Nous traçons la limite entre le Carbonifère supérieur et inférieur au-dessus de l'assise D et la distinction d'un nouvel étage namurien comme une subdivision du Carbonifère supérieur, serait, croyons-nous, inexacte. Dans la division locale des sédiments carbonifériens du bassin du Donetz nous n'adoptons pas les arrêtés du congrès et nous attribuons l'assise D à la série Béchévienne et non à l'assise Kalmiousienne comme il aurait fallu le faire conformément au Congrès.

Comme N. J. Lébédev[1] a donné pour les subdivisions du Carbonifère inférieur des corrélations qui ne correspondent pas à celles du Comité géologique ni à celles de M. D. Zalessky, nous insérons ci-dessous un tableau de corrélations justes, en remarquant en même temps que l'assise C_1^4 (D), d'après le Comité géologique ainsi que d'après M. D. Zalessky, commence par le calcaire Béchévien D_1, tandis que la zone Béchévienne de Lébédev qui lui correspond commence au-dessous du calcaire D, c'est-à-dire par la couche de houille Béchévienne, rapportée par le Comité géologique à l'assise C_1^3 (C).

1. Lebedew, Ueber die Namurstufe im Donetzbecken. *Overgenomen uit het Jaarverslag over 1928 van het Geologisch Bureau voor het Nederlandsche Mijngebied te Heerlen*, p. 133-134 et dans le *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft* Bd. 81, Jahrg. 1929, Heft 5. En publiant dans le *Jaaverslag Geologisch Bureau voor het Nederlandsche Mijngebied*, « 1929, Heerlen 1930, p. 99-101, la réponse de M. D. Zalessky à l'article cité plus haut de N. Lébédev : « A propos de l'article de M. N. J. Lébédev, Ueber die Namurstufe im Donetzbecken » le rédacteur du Compte rendu Dr Jongmans a fait imprimer sur la page 100, lignes sixième et septième d'en haut, une phrase attribuée par lui par erreur à M. D. Zalessky : « Enfin le rédacteur a rangé dans le Namurien l'ensemble de notre assise C_1^2 » au lieu de la phrase : D'un autre côté M. Lébédev dans son tableau indiqué a rangé dans le Namurien l'ensemble de notre assise C_1^2. De là la note du Dr Jongmans : « Note sur le tableau synoptique » dans le compte rendu du Congrès de Heerlen » dans la partie, où il indique cette phrase comme se rapportant à lui, est injuste. L'altération du sens de la phrase citée de M. D. Zalessky s'est produite parce que le Dr Jongmans n'a pas compris le passage indiqué du manuscrit de l'article de M. D. Zalessky comme il le fallait. Ce dernier n'était pas en état de s'apercevoir de cette altération avant la publication n'ayant pas reçu les épreuves de son article de la part du rédacteur.

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

D'après		Comité géologique	Zalessky	Lébédev	
Étages et sous-étages d'après Lébédev				Assises	Zones
		C_2^2 (G)	C_2^2		
Namurien		C_2^1 (F) C_1^5 (E) C_1^4 (D)	C_2^1 C_1^5 C_1^4	C_2^1 C_1^7 C_1^6	C_2^1 a C_1^2 e mandrykienne C_1^2 d béchévienne
Dinantien	Viséen supérieur	C_1^3 (C) C_1^2 (B)	C_1^3 C_1^2	C_1^5	C_1^2 c kalmiousienne
	Viséen inférieur	C_1^1 (A)		C_1^4 C_1^3	C_1^2 b donetzienne C_1^2 a stylienne
	Tournaisien			C_1^2 C_1^1	C_1^1 b volnovakhienne C_1^1 a karakoubienne

DISTRIBUTION DES FORMES VÉGÉTALES DANS LES HORIZONS GÉOLOGIQUES DU CARBONIFÈRE INFÉRIEUR.

L'horizon inférieur de l'assise B dont nous connaissons la flore fossile est représenté dans le grès de la carrière sous le calcaire B_4 sur la route de Béchévo à Styla, où on a signalé les empreintes de coussinets foliaires détachés de *Lepidodendron* type *L. Veltheimi* STERNBERG et les empreintes de cicatrices isolées d'organes appendiculaires de *Stigmaria ficoides* STERNBERG. Un peu plus haut dans la coupe près du calcaire B_8 dans le ravin Starchine-Tarama débouchant du côté gauche dans la rivière Soukhaïa-Volnovakha, on a signalé *Asterocalamites scrobiculatus* (SCHLOTHEIM), *Lepidodendron obovatum* STERNBERG et *Sphenopteris hermudensiformis* (SCHLOTHEIM). Le second horizon de l'assise B dont nous connaissons une flore fossile bien conservée se trouvedans le ravin Bulupalgan-Tarama débouchant du côté droit dans la rivière Kalmious. Ici, dans des schistes gris foncé en amont de la première ramification gauche de ce ravin, en amont d'un puits (d'après l'indication de P. B. Koumpan, probablement près du calvaire B_{10}) on a recueilli les formes suivantes : *Asterocalamites scrobiculatus* (SCHLOTHEIM), *Sphenophyllum tenerrimum* ETTINGSHAUSEN, *Lepidodendron* conf. *ophiurus* BRONGN., *Sphenopteris hermudensiformis* (SCHLOTHEIM), *Diplotmema Schützei* STUR, *Spa-*

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

thulopteris conf. *Ettingshauseni* (O. Feistmantel), *Pecopteris* (*Dactylotheca*) *aspera* Brongniart, *Nevropteris bulupalganensis* Zalessky et des rachis de *Lyginopteris* sp. L'horizon supérieur suivant de l'assise B se trouve dans le ravin Papas-Tarama, dernier affluent droit de la rivière Kamyche-Sauat (Kamychevakha), ou dans un fossé D. M. Zalessky a découvert, dans des schistes ragileux et des grès psammites : *Demetria amadoca* Zalessky, *Lepidodendron papastaramense* Zalessky, *Lepidodendron aculeatum* Sternberg et *Stigmaria ficoides* Sternberg. Encore plus haut dans la coupe, dans le même ravin Papas-Tarama, on a trouvé dans l'assise B : *Asterocalamites scrobiculatus* (Schlotheim), *Sphenophyllum tenerrimum* Ettingshausen, *Lepidodendron Veltheimi* Sternberg et *Lepidodendron* conf. *ophiurus* Brongn.

Un peu plus haut et dans le même ravin, on a trouvé dans l'assise B une sigillaire *Heleniella Tchirkovaeana* Zalessky et *Pecopteris* (*Dactylotheca*) *plumosa* (Artis)[1].

Dans la même assise B, encore plus haut sur la rive gauche de la rivière Kamyche-Souate (Kamychevakha) près de la briqueterie, on a signalé : *Sphenopteris tenerrimum* Ettingshausen, *Pecopteris* (*Dactylotheca*) *aspera* Brongniart et *Diplotmema subgeniculatum* Stur.

Dans la partie tout à fait supérieure de l'assise B, au-dessous du calcaire C dans les schistes d'un petit ravin débouchant du côté gauche dans la Kamychevakha, en face du ravin Gavril-Tarama, on a trouvé *Sphenophyllum tenerrimum* Ettingshausen et *Nevropteris Schlehani* Stur.

Dans l'assise suivante C les restes végétaux ont été signalés sur la montagne Lysaïa, près du village Béchévo, où, sous le calcaire I, on a trouvé *Asterocalamites scrobiculatus* (Schlotheim), *Sphenopteris hermudensiformis* (Schlotheim), *Stigmaria ficoides* Sternberg et sous les grès *Rhodea* conf. *moravica* Stur. Au-dessus, dans l'assise C sous les grès (vers le N du village Béchévo), dans le toit de la première (sous le grès) petite couche de houille, on a signalé en abondance *Sphenopteris hermudensiformis* (Schlotheim).

1. Dans le ravin Papas-Tarama, qui porte aussi le nom de Touloupova ou Toloupova, avaient été trouvées plus tôt par M. D. Zalessky et A. A. Sniatkov : *Asterocalamites scrobiculatus* (Schlotheim), *Calamites cistiformis* Stur, *Sphenophyllum tenerrimun* Etfingshausen, *Lepidodendron Veltheimi* Sternberg, *Lepidoophloioslaricinus* Sternberg, *Lepidophyllum majus* Brongniart, *Rhodea Goepperti* Ettingshausen, *Dilotmema dissectum* (Brongniart), *Pecopteris aspera* Brongniart. *Diplotmema dissectum* (Brongniart) a été signalé avec *Rhodea Goepperti* (Ettingshausen) par les mêmes personnes et plus haut dans la coupe dans l'embranchement gauche du ravin Kamyche-Souate, au-dessus des grès Béchéviens.

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

Et dans le toit de la couche Béchévienne, c'est-à-dire au-dessus du grès Béchévien, on a signalé la flore suivante : *Asterocalamites scrobiculatus* (SCHLOTHEIM) (tiges et feuilles), *Calamites* conf. *ostraviensis* STUR, *Heleniella bellula* ZAL., *Helenia gracillima* ZAL., *Sphenopteris bermudensiformis* (SCHLOTHEIM), *Sphenopteris Larisehi* STUR, *Pecopteris* (*Dactylotheca*) *aspera* BRONGNIART.

Dans l'assise D un, peu au-dessus du calcaire D_1, on a trouvé dans les schistes en grande quantité des empreintes des vers *Polychaeta* (*Arenicula*). Dans l'assise D, entre les calcaires D_1 et D_2, près du village Novolioubovka, grâce aux efforts communs de D. M. Zalessky et les nôtres, une flore assez riche a été signalée, savoir : *Asterocalamites scrobiculatus* (SCHLOTHEIM), *Sphenophyllum tenerrimum* ETTINGSHAUSEN, *Lepidophyllum majus* BRONGNIART, *Lepidophloios laricinus* STERNBERG, *Stigmaria ficoides* STERNBERG, *Archaeopteris* sp., *Rhodea* conf. *patentissima* ETTINGSHAUSEN, *Rhodea Goepperti* (ETTINGSHAUSEN), *Adiantites tenuifolius* GOEPPERT, *Sphenopteris bermudensiformis* (SCHLOTHEIM), *Sphenopteris divaricata* GOEPPERT, *Sphenopteris Larischi* STUR, *Sphenopteris Stangeri* STUR, *Sphenopteris* conf. *striatula* STUR, *Sphenopteris Baeumleri* ANDRAE, *Sphenopteris dicksonioides* (GOEPPERT), *Sphenopteris quercifolia* GOEPPERT, *Sphenopteriis* (*Corynepteris*) *coralloïdes* GUTBIER, *Sphenopteris* conf. *Sph.* BRONNI ZEILLER (non Gutbier, voir Flore fossile du bassin de Héraclée, pl. I, fig. 14), *Sphenopteris* (*Renaultia*) *schatzlarensis* (STUR), *Spathulopteris Ettinghauseni* (O. FEISTMANTEL), *Sphenopteris amadoca* ZAL, *Pecopteris aspera* BRONGNIART, *Mariopteris pauxilla* ZAL., *Nevropteris Schlehani* STUR, *Mixoneura obliqua* (BRONGNIART), *Alethopteris pristina* ZAL.

Dans ce même complexe, au-dessous du calcaire D_2 dans les grès près du village Novolioubovba, ont été trouvées des empreintes de l'écorce de *Lepidodendron* typ. *obovatum* STERNB. Cette même espèce a été rencontrée plus bas dans l'assise B. Elle a été trouvée par P. Koumpan sur la rive droite du ravin Koutsaïa, en face du village Alexandrinskoïé (Dalyn-Tarama).

Dans la même assise, au-dessous du calcaire D_2, dans le ravin Tchountoukhe-Tarama vers le Nord-Ouest du village Staro-Béchévo, ont été signalées les formes suivantes : *Asterocalamites scrobiculatus* (SCHLOTHEIM), *Sphenophyllum tenerrimum* ETTINGSHAUSEN, *Calamites ostraviensis* STUR, *Lepidophloios acerosus* L. et H, *Sphenopteris Stangeri* STUR, *Nevropteris Schlehani* STUR, *Nevropteris* sp. et *Pecopteris* (*Dactylotheca*) *dentata* BRONGNIART (= *plumosa* ARTIS).

Dans les schistes entre les calcaires D_5 et D_6, le long de la

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

rivière Kalmious, en aval de l'embouchure de la rivière Berestovaïa, a été trouvé *Sphenophyllum tenerrimum* ETTINGSHAUSEN. Dans la partie supérieure de l'assise D, immédiatement sous le calcaire limitrophe de l'assise E, c'est-à-dire E_1, sur Tchernaïa Skéla, dans l'embouchure de la rivière Berestovaïa débouchant à droite dans la rivière Kalmious (en face du village Novy Svet), ont été trouvées les formes suivantes : *Calamites Suckowi* BRONGNIART, *Calamites undulatus* STERNBERG, *Asterophyllites charaeformis* (STERNBERG), *Sphenophyllum Berestovianum* ZAL., *Pecopteris* (*Dactylotheca*) *aspera* BRONGNIART et *Neuropteris Nicolausiana* GOTHAN.

Dans l'assise E sous le calcaire E_9, sous le calcaire Mandrykien F_1, sur la montagne Khotchkhar Eghérek, en aval du village Bérézovsky, ont été trouvés *Asterophyllites grandis* (STERNBERG), *Pecopteris* (*Dactylotheca*) *plumosa* ARTIS, *Nevropteris gigantea* STERNBERG, *Sigillaria elegans* BRONGNIART et *Annularia radiata* BRONGNIART.

REMARQUES GÉNÉRALES DE CARACTÈRE STRATIGRAPHIQUE.

En parcourant les listes des formes végétales provenant des localités citées, qui contiennent la flore fossile, dans l'assise B, il faut reconnaître comme formes végétales les plus répandues : *Asterocalamites scrobiculatus* (SCHLOTHEIM), *Sphenophyllum tenerrimum* ETTINGSHAUSEN, *Sphenopteris bermudensiformis* (SCHLOTHEIM), *Pecopteris* (*Dactylotheca*) *aspera* BRONGNIART et *Lepidodendron Veltheimi* STERBN.

Toutes ces formes sont observées dans toute l'assise et passent dans l'assise C, où on les rencontre aussi souvent. On les rencontre aussi dans l'assise D, mais déjà plus rarement, sauf, peut-être trois formes : *Asterocalamites scrobiculatus* (SCHLOTHEIM), *Sphenophyllum tenerrimum* ETTINGSHAUSEN et *Pecopteris* (*Dactylotheca*) *aspera* BRONGN. qui sont assez communes ici de même. L'assise D est caractérisée par l'apparition en abondance de *Nevropteris Schlehani* STUR et de *Mixoneura obliqua* (BRONGNIART) qui est pourtant moins répandue que la forme précédente. Il est impossible de distinguer les assises B et C par leur flore, donc nous les considérons comme une seule unité. Nous divisons cette assise unique que nous désignons B + C, en une série d'horizons d'après les plantes qui leur sont propres. L'horizon inférieur des assises B + C est caractérisé par *Nevropteris bulupalganensis* ZAL., l'horizon suivant par *Demetria amadoca* ZAL. et *Lepidodendron papastara-*

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

mense ZAL., le troisième avec *Heleniella Tchirkovaeana* ZAL. et *Pecopteris* (*Dactylotheca*) *plumosa* (ARTIS), et enfin le quatrième horizon avec *Heleniella bellula* ZAL. et *Helenia gracillima* ZAL.

La flore de l'assise D, caractérisée par la présence d'abondants *Nevropteris Schlehani* STUR et de *Mixoneura obliqua* (BRONGNIART) (la première espèce a déjà été rencontrée par nous dans la partie supérieure de l'assise B) renferme en même temps dans la partie inférieure de l'assise quelques formes nouvelles à côté de formes habituelles de la flore Ostravo-Waldenbourgienne et des formes du Westphalien parmi lesquelles il faut noter *Sphenopteris* (*Corynepteris*) *coralloides* GUTBIER, *Sphenopteris* conf. *Bronni* ZEILLER, *Sphenopteris* (*Renaultia*) *schazlarensis* STUR, *Lepidophyllum majus* BRONGNIART et *Lepidophloios laricinus* STERNBERG. Cet ensemble de formes westphaliennes avec de nouveaux représentants des genres *Mariopteris* et *Alethopteris* à côté de formes nombreuses de la flore Ostravo-Waldenbourgienne fait penser que dans les couches de l'assise D il faut voir des analogies avec les couches inférieures ostraviennes et probablement de la partie supérieure du Namurien belge : assises de Chokier et d'Andenne. Cet étage peut être constaté à présent dans plusieurs bassins houillers de l'Europe. La présence dans la flore d'une forme aussi ancienne comme *Spathulopteris Ettingshauseni* (O. FEISTMANTEL) qui est caractéristique pour Dachschiefer de Moravie et de Silésie (elle est aussi citée par Patteisky dans la flore des couches de Mohradorf de la Haute-Silésie) témoigne que cette flore a survécu dans une flore modifiée qui a un caractère remarquable, transitoire entre le carbonifère inférieur et moyen.

Nous divisons l'assise D en deux horizons, l'horizon inférieur, caractérisé por *Alethopteris pristina* ZAL. et *Mariopteris pauxilla* ZAL. et l'horizon supérieur caractérisé par l'apparition de deux formes *Sphenophyllum Berestovianum* ZAL. et *Nevropteris Nicolausiana* GOTHAN. L'assise E, très pauvrement éclairée par nos recherches et seulement dans sa partie supérieure, n'est caractérisée que par des formes westphaliennes d'une assez grande extension verticale, mais leur ensemble témoigne que dans l'assise E nous avons plutôt des analogies avec la partie inférieure de l'assise de Châtelet de la Belgique qu'avec l'assise supérieur du Namurien belge : l'assise d'Andenne ; *Pecopteris aspera* BRONGNIART, forme caractéristique de cette assise, aurait été remarquée dans l'assise E, si elle y était répandue aussi frèquemment que dans les assises D et B + C. Il est pourtant possible que son absence dans l'assise E peut être tout simple-

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

ment attribuée à ce que cette assise n'a pas été suffisamment étudiée. En tout cas, son absence ici démontre que l'étage namurien est représenté dans les sédiments carbonifériens du bassin du Donetz par un complexe des roches d'une petite épaisseur qui ne dépasse probablement pas l'épaisseur de l'assise D. En outre, dans l'assise E ont été signalées les formes suivantes : *Mixoneura obliqua* (BRONGNIART), *Neuropteris Schlehuni* STUR, *Mariopteris acuta* BRONGNIART, *Sphenopteris* (*Corynepteris*) *Sternbergi* ETTINGSHAUSEN, *Lepidophloios scoticus* KIDSTON, *Sigillaria fossorum* WEISS et *Asterophyllites grandis* (STERNBERG).

En ce qui concerne l'âge de l'assise B + C l'apparition fréquente dans cette assise de *Sphenopteris hermudensiformis* (SCHLOTHEIM), plante caractéristique du Dachschiefer de Moravie et de Silésie, à côté de la présence de genres du Dévonien supérieur des sigillaires *Heleniella* et *Helenia* qui y finissaient leur vie en présence de tout l'ensemble de la flore des couches Ostravo-Waldenbourgiennes, fait penser qu'il faut envisager cette assise comme dinantienne et y voir un complexe continental du Viséen supérieur avec plusieurs horizons maritimes très minces. Ceci correspond parfaitement avec la fréquence dans l'assise B + C de *Productus latissimus* Sow. du Viséen supérieur, parfois représenté par de grosses formes séparées par Lissitsine comme variété *giganteiformis* Liss. et on rencontre aussi dans cette assise *Dibunophyllum donicum* Liss. La présence de *Pecopteris* (*Dactylotheca*) *plumosa* ARTIS ne peut être invoquée pour donner un âge plus jeune à l'assise. Notons que cette espèce, qui a une grande extension verticale, apparaît ici plus tôt. la flore de l'assise B + C apparaît dinantienne et non pas namurienne, on y remarque l'absence presque complète de *Nevropteris Schlehani* STUR qui n'apparaît que dans le Namurien. Dans l'assise B, nous ne l'avons trouvée qu'une seule fois dans sa partie tout à fait supérieure. Dans l'assise D elle apparaît déjà dans sa partie inférieure. D'après l'indication de Stur cette espèce, qu'on rencontre dans les parties supérieures des couches ostraviennes, est tout à fait absente dans les couches waldenbourgiennes, ce qui, croyons-nous, indique d'une manière précise que les couches waldenbourgiennes de la Basse Silésie sont plus anciennes que les couches ostraviennes de la Haute Silésie et que si ces dernières appartiennent au Namurien, les couches waldenbourgiennes doivent appartenir au Dinantien tout à fait supérieur et doivent correspondre, selon notre opinion, à la partie supérieure ou moyenne de l'assise B + C du bassin du Donetz. Il faut remarquer ici

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

que *Nevropteris Schlehani* STUR comprend aussi *Nevropteris Dluhoschi* STUR et *Senftenbergia Larischi* STUR. Cette manière d'envisager l'âge des couches waldenbourgiennes diffère de la dernière opinion de Patteisky [1] qui est en contradiction avec Stur, lequel rapprochait les couches waldenbourgiennes des couches ostraviennes et les croyait équivalentes des couches supérieures wagstädtiennes, gultschiniennes et des couches ostraviennes inférieures. Les couches wagstädtiennes, d'après Patteisky, se trouvent à la partie supérieure du Dinantien ; pour lui elles limiteraient le carbonifère inférieur et supérieur, à cause de la découverte du goniatite *Glyphyoceras granosum* PARTL. f. *jasterdorfiensis*. Il rapporte les couches wagstädtiennes inférieures à la moitié supérieure de la zone (des Goniatites) III g (Schmidt). La partie supérieure des couches wagstädtiennes, équivalentes à la zone (des Goniatites) inférieure IV de Schmidt est déjà rapportée par lui au Carbonifère supérieur. Autrefois Patteisky rapportait toutes les couches wagstädtiennes au Namurien en rapprochant les couches hultschiniennes qui les recouvrent des couches waldenburgiennes sous lesquelles il n'y a pas de couches correspondantes aux couches wagstädtiennes (interruption et discordance [2]).

D'après cela, il est clair que la partie inférieure de l'assise B + C correspond probablement aux couches wagstädtiennes dans leur partie inférieure, quoi qu'il y ait peu de formes communes à ces complexes, puisque la flore de l'assise B + C est peu étudiée. Les formes communes sont *Sphenopteris hermudensiformis* (SCHLOTHEIM) f. *Geinitzi* STUR et f. *Schlotheimi* STUR, *Pecopteris* (*Dactylotheca*) *aspera* BRONGNIART et *Sphenophyllum tenerrimum* ETTINGSHAUSEN. Les deux premières formes qu'on rencontre très souvent dans l'assise B + C, sont des formes anciennes, car elles existent surtout dans les horizons à Goniatites III α et III β de Schmidt qui sont développés dans les schistes mahradorfiens de la Haute Silésie.

En exposant ce qui précède nous avons compris le terme : l'étage namurien, comme nous l'avons déjà mentionné plus haut, dans le sens qui lui a été attribué par le Congrès de Heerlen de 1927, c'est-à-dire qu'il correspond dans l'ancienne division du système carbonifère par de Lapparent au sous-étage westphalien

1. K. PATTEISKY. Die geologie und Fossilführung der Mährisch-Schlesischen Dachschiefer-und Grauwacken formation 1929. Troppau S. 312.

2. V. la table XIII jointe à l'article de K. Patteisky. Die Begrenzung der Südetischen stufe des Steinkohlengebirges. *Congrès pour l'avancement des études de stratigraphie carbonifère*, 7-11 juin 1927, Compte rendu, Liége 1928.

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

inférieur et représente l'étage inférieur du Carbonifère supérieur des géologues allemands (= houiller moyen).

La limite inférieure de cet étage, et par conséquent la limite entre le Carbonifère inférieur et supérieur, passe par les couches, où est répandu *Glyphioceras spirale* (*granosum*); il est limité à sa partie supérieure par les couches de l'extension du *Gastrioceras subcrenatum* (la couche Sarnsbank)[1]. Cet horizon qui a été naguère reconnu en Belgique, est observé en Angleterre. Dans ce dernier pays la partie inférieure de la zone du *Gastrioceras subcrenatum* coïncide avec la partie supérieure du complexe classique des Anglais connu sous le nom de Millstone grit. Cet étage qui en Belgique avait une signification locale pour désigner deux complexes du Carbonifère — Assise de Chokier et assise d'Andenne — comprenait auparavant le sommet des poudingues d'Andenne, c'est-à-dire là-même où se trouve la limite entre le Westphalien inférieur et le Westphalien supérieur.

La flore de l'assise de Chokier est encore peu étudiée. Renier signale les formes végétales suivantes comme caractéristiques pour cette assise : *Nevropteris antecedens* Stur., *Adiantites oblongifolius* Goeppert, *Sphenopteridium rigidum* Ludwig, *Sphenopteris Goepperti* Ettingshausen, *Pecopteris aspera* Brongniart, *Asterocalamites scrobiculatus* (Schlotheim), *Sphenophyllum tenerrimum* Ettingshausen, *Lepidodendron Veltheimi* Sternberg, *Alethopteris parva* Gothan et *Sphenopteris bithynica* Zeiller. Parmi ces formes *Nevropteris antecedens*, *Sphenopteris Goepperti*, *Pecopteris aspera*, *Asterocalamites scrobiculatus* existent habituellement dans les schistes Mohradorfiens dans la Haute Silésie, et, appartenant à une flore plus ancienne, ne peuvent pas servir à attribuer les couches de Chokier au Carbonifère supérieur (dans le sens des géologues allemands). *Adiantites oblongifolius* apparaît comme forme waldenbourgienne. La présence du genre *Sphenopteridium* indique l'ancienneté de la flore et non le Carbonifère supérieur. La présence dans la flore de l'*Alethopteris parva* Gothan et du *Sphenopteris bithynica* Zeiller sont un faible argument pour l'attribution au Carbonifère supérieur, car la première plante a été trouvée dans la partie supérieure de la Rand-gruppe (couches ostraviennes supérieures) et *Sphenopteris bithynica* Zeiller a été trouvée dans le bassin de Héraclée en Asie Mineure dans les dépôts qui correspondent probablement

1. *Congrès pour l'avancement des études de stratigraphie carbonifère*, Heerlen, 7-11 juin 1927. Compte rendu publié par la section minière de la geologisch Mijnbouwkundig genootschap voor Nederland en Kolonien sous la rédaction de W. J. Jongmans, pp. xxii-xliv, Liége 1928.

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

aux couches waldenbourgiennes ou peut-être ostraviennes. Aussi la flore de l'assise de Chokier ne donne point d'indications décisives permettant d'affirmer que cette assise soit réellement du Carbonifère supérieur. Les éléments de la flore du Carbonifère supérieur des géologues allemands y sont absents. Toutes les formes indiquent plutôt qu'elles appartiennent à l'étage dinantien qui se continuait évidemment dans l'assise de Chokier, et cette assise correspond selon toute probabilité à notre assise B + C dans sa partie supérieure. Et ce n'est que l'assise D, où apparaît en abondance *Nevropteris Schlehani*, forme de la flore ostravienne, qui doit être placée dans le Carbonifère supérieur. C'est pour cela qu'il nous semble que l'étage namurien défini par le congrès, présente en Belgique même un complexe hétérogène ; sa partie inférieure étant plutôt dinantienne et la partie supérieure westphalienne dans le sens étendu du mot. Il nous paraît donc qu'il serait plus exact de commencer l'étage namurien en Belgique par l'assise d'Andenne. Pour M. J. Lébédev, dans le bassin du Donetz, la limite inférieure de l'étage namurien est formée par la zone kalmousienne (C_1^2c) c'est-à-dire par l'assise B + C, car dans l'assise sous-jacente (sa zone Béchévienne) il a trouvé *Glyphyoceras* (*Homoceras*) *diadema* Beyrich. Il suppose évidemment la présence dans l'assise B + C de *Glyphyoceras spirale* (*granosum*) Phillips, dont l'extension, d'après l'arrêté du Congrès de Heerlen, indique la limite inférieure du Namurien. Autrement dit, il limite cet étage comme nous le faisons, c'est-à-dire que l'étage namurien commence par l'assise D. Dans le bassin du Donetz d'après N. J. Lébédev, le Namurien est limité à sa partie supérieure par la zone C_2^1a, c'est-à-dire par l'assise F (C_2^1), car dans cette assise a été trouvé *Gastrioceras subcrenatum* Beyrich [1].

La flore de l'assise F est peu étudiée. On y trouve *Nevropteris Schlehani* Stur, *Mariopteris Beneckei* Potonié ou *Mariopteris acuta* Brongniart et *Lepidophloios laricinus* Sternberg, c'est-à-dire une flore qui ne diffère pas de la flore de l'assise sous-jacente E (v. plus haut) et qui est très analogue à la flore de l'assise de

1. Il est très difficile de deviner pratiquement les zones d'après les céphalopodes dans le bassin du Donetz, car on ne les rencontre que très rarement et la division du Carbonifère, basée sur les céphalopodes, a un sens plutôt théorique que pratique. En tout cas, il ne faut pas corriger en bloc, en se fondant sur cette division, là où l'on peut la réaliser, les équivalences des différentes couches de l'Europe, fondées sur la flore fossile. Dans les découvertes des céphalopodes il y a plus d'éléments de hasard que dans les découvertes des formes végétales, c'est pourquoi les conclusions d'après celles-là doivent être au-dessous des conclusions fondées sur l'étude de la flore fossile.

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

Châtelet du houiller belge appartenant au véritable Westphalien dans le vieux sens de ce mot, et non pas au Namurien. En un mot, le Namurien international dans sa limite supérieure aussi, entre dans le véritable Westphalien et présente par sa flore un complexe hétérogène.

Si on admet la division binaire du Carbonifère, il aurait été plus juste de limiter le Carbonifère inférieur et le Carbonifère supérieur par la partie supérieure de notre assise D ou la base de l'assise E, quand la flore ostravo-waldenbourgienne, avec *Sphenophyllum tenerrimum* Ettingshausen disparaît, cette flore doit être envisagée comme une flore carbonifère inférieure, et cette limite correspondrait avec la disparition dans la faune maritime de *Productus latissimus* Sow. qu'on rencontre parfois dans le bassin du Donetz dans l'assise E. Dans l'assise F on rencontre déjà *Spirifer* du type *Spirifer* (*Choristites*) *mosquensis* Fischer. Ainsi l'opinion de Stur, qui voyait dans la flore ostravo-waldenbourgienne une flore du Carbonifère inférieur, nous paraît plus juste que l'opinion qui est admise actuellement en Europe. Les géologues belges et français ont rangé l'étage namurien dans le Westphalien (houiller moyen) pour la seule raison qu'en Belgique la flore du Carbonifère inférieur n'est connue que dans les parties supérieures de leur Carbonifère inférieur et que sa relation avec la flore des couches sous-jacentes ne leur est plus claire, tandis que Stur avait eu à sa disposition en Silésie et en Moravie toute l'épaisseur du Carbonifère inférieur. La relation entre le Culm supérieur et le Culm inférieur lui était tout à fait évidente contrairement aux géologues belges qui attribuaient le Culm supérieur au Westphalien. Aussi nous semble-t-il que s'il est désirable de distinguer quatre étages au lieu de trois dans la série des sédiments du système carbonifèrien, il aurait été plus juste d'établir un nouvel étage dans le Carbonifère inférieur et non pas dans le Carbonifère supérieur (en admettant sa division binaire). Dans ce cas, c'est la coupe du Carbonifère inférieur de la Haute Silésie plutôt que sa coupe en Belgique qui aurait dû servir de base pour établir un tel étage, car ici sa coupe est plus complète et sa flore plus étudiée.

Notre idée (conception) de l'étage namurien sera à peu près exprimée par la table suivante qui indique les corrélations entre les dépôts de l'Europe.

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

Belgique		Le Bassin du Donetz			Haute Silésie	Basse Silésie	Belgique
D'après le Congrès de Heerlen, 1927.	Étages d'après le Congrès de Heerlen de 1927.	Age et subdivisions en séries d'après M. Zalessky.		Subdivisions en assises d'après le Comité géologique	D'après M. D. Zalessky		
Assise d'Andenne	Namurien	Carbonifère supérieur	Série Kalmiousienne	Assise F (C_2^1) avec *Spirifer mosquensis*			
				Assise E (C_1^5) avec *Productus latissimus*			Assise de Châtelet
Assise de Chokier		Carbonifère inférieur	Série Béchévienne	Assise D (C_1^4) avec *Productus latissimus*	Couches ostraviennes hultschiniennes wagstadtiennes supérieures	Interruption et discordance	Assise d'Andenne
Calcaires viséens	Dinantien			Assise C (C_1^3) avec *Productus latissimus*	Couches wagstadtiennes inférieures	Couches walden-bourgiennes	Assise de Chokier ou des ampélites
				Assise B (C_1^2) avec *Productus latissimus* f. *giganteiformis* Lissitzin		Interruption et discordance	Calcaires viséens

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

Division du Carbonifère inférieur du bassin du Donetz d'après la flore fossile.

M. D. Zalessky et H. Th. Tchirkova

Subdivision du Carbonifère d'après le Congrès de Heerlen	Age géologique et divisions en séries d'après M. D. Zalessky		Division en assises d'après le Comité géologique	Caractéristiques des séries et de leurs subdivisions d'après leur flore fossile, d'après M. D. Zalessky.			
	Carbonifère supérieur	Série Kalmiousienne	Assise F (C_1^2) L'apparition de *Spirifer mosquensis*				
Namurien			Assise E (C_1^5) avec *Spirifer bisulcatus* L'extinction du *Productus latissimus*			*Asterophyllites grandis* Sternberg, *Annularia radiata* Brongniart, *Lepidophloios scoticus* Kidston, *Mariopteris acuta* Brongniart, *Pecopteris plumosa* (Artis), *Nevropteris gigantea* (Sternberg).	
	Carbonifère inférieur	Série Béchévienne	Assise D (C_1^4) *Productus latissimus*	*Asterocalamites scrobiculatus* Schlotheim, *Sphenophyllum tenerrimum* Ettingshausen, *Lepidodendron Veltheimi* Sternb. *Sphenopteris hermudensiformis* Schlotheim, *Pecopteris aspera* Brongniart, *Diplolmema dissectum* Brongniart, *Rhodea Goepperti* Ettingshausen.	*Mixoneura oblitqua* (Brongniart), *Nevropteris Schlehani* Stur.	*Sphenopteris Stangeri* Stur, *Sphenopteris Larischi* Stur, *Sph. coraloides* Gutbier, *Sph. quercifolia* Goeppert.	II, horizon *Sphenophyllum berestovianum* Zalessky.	
						I, horizon *Alethopteris pristina* Zal. et *Mariopteris pauxilla* Zalessky.	
Dinantien			Assise $C_1^2 + ^3$ B + C avec *Productus latissimus*			VI, horizon *Heleniella bellula* Zal. et *Helenia gracillima* Zal. L'apparition du *Nevropteris Schlehani* Stur. III, horizon *Heleniella Tchirkovaeana* Zal. et l'apparition du *Pecopteris plumosa* Artis. II, horizon *Demetria amadoca* Zal. et *Lepidodendron papastaramense* Zal. I, horizon *Nevropteris bulupalganensis* Zal.	

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

Sur une division du terrain houiller supérieur du bassin du Donetz, d'après sa flore fossile

par **M. D. Zalessky** et **H. Th. Tchirkova**[1].

Th. N. Tschernyschev et L. J. Loutouguine font commencer le houiller supérieur du bassin du Donetz avec un calcaire compact gris-foncé, en partie argileux jaune ocreux M_1, renfermant une faune variée, parmi laquelle nous signalons *Productus scabriculus* Mart., *P. semireticulatus* Mart., *P Konincki* Vern., *Spirifer mosquensis* Fischer, *Spirifer okensis* Nikitin. C'est par ce calcaire qu'ils font commencer l'assise C_3^1 (M.) qu'ils considèrent ainsi comme la première base du houiller supérieur. On rencontre aussi dans les calcaires de cette assise, à côté du *Spirifer mosquensis* Fischer, le *Spirifer supramosquensis* Nikitin. La flore fossile ne milite pourtant pas en faveur de l'attribution de cette assise au houiller supérieur (Stéphanien). On y rencontre ordinairement les représentants les plus typiques de la flore du Westphalien. Les plantes caractéristiques de cette assise sont *Sphenophyllum emarginatum* Brongn. et *Asolanus camptotaenia* Wood et des Pteridospermées, *Alethopteris Grandini* Brongniart et *Nevropteris rarinervis* Bunbury. Il est donc évident que cette assise correspond, en Belgique, à la portion supérieure de l'assise du Flénu, c'est-à-dire à la partie supérieure du Westphalien belge. Comme *Nevropteris ovata* Hoffmann apparaît dans cette assise et que *Nevropteris tenuifolia* Schlotheim y est assez répandue, on peut penser que nous avons dans l'assise C_3^1 des couches qui correspondent aussi aux horizons les plus élevés du Westphalien dans la Sarre, d'autant plus qu'on a constaté dans cette assise l'apparition d'une espèce stéphanienne, *Alethopteris Costei* Zeiller[2]. Th. N. Tschernyschev et L. J. Loutouguine divisent

1. Note présentée à la séance du 1er avril 1935.

2. Cette espèce est amplement représentée dans l'assise C_3^1, immédiatement sous le calcaire N_1 (entre le calcaire et la couche de houille) dans le ravin (balka) Grand Tchekanny, près du village Sérebriakov sur la rivière Bystraïa, non loin de la bourgade Ekatherininskaïa suivant les données de la collection D. I. Ilovaïsky.

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

dans le bassin du Donetz, le complexe des sédiments houillers plus récent en assises C_3^2, C_3^3 et PC_1. Voyant dans la dernière assise des couches de transition au permien, ils la désignent comme permo-houillère. L'assise C_3^2 est séparée vers le bas de l'assise C_3^1, par le calcaire Issaïevsky N qui est caractérisé par son épaisseur considérable, jusqu'à 11 mètres, et parce qu'il est formé de plusieurs couches interstratifiées avec des schistes argilo-calcareux. On y rencontre une riche faune : *Productus nebrascensis* Owen, *Productus cora* d'Orb, *Spirifer supramosquensis* Nikitin, *Spirifer trigonalis* var. *lata* Schellw. et *Spirifer rectangulus* Kutorga. L'absence complète du *Spirifer mosquensis* Fischer dans les calcaires de cette assise saute aux yeux. On rencontre dans la flore de cette assise *Annularia stellata* (Schloth.), *A. sphenophylloides* (Zenker), *Sphenophyllum oblongifolium* (Germar et Kaulfuss), *Sphenophyllum amadokense* Zal., *Nevropteris* (*Mixoneura*) *ovata* Hoffmann, *Nevropteris rarinervis* Bunbury, *N. Scheuchzeri* Hoffmann, *Linopteris Brongniarti* Gutbier sp. (= *L. obliqua* (Bunbury) = *L. sub-Brongniarti* Grand'Eury), sp. *Pecopteris Miltoni* Artis sp. (= *P. abbreviata* Brongniart) et *Alethopteris Costei* Zeiller, c'est-à-dire des formes déjà stéphaniennes à côté de celles du Westphalien supérieur et l'on a toutes les raisons d'envisager cette assise comme la partie inférieure du houiller supérieur ou Stéphanien. C'est précisément cette assise que le premier de nous a désignée comme première assise du houiller supérieur dans son ouvrage : « Essai d'une division du terrain houiller du bassin du Donetz d'après sa flore fossile », en la distinguant comme sous-série Débaltzevienne de la série Louganienne. Cette série comprenait alors, selon les idées de cet auteur, les assises C_3^2, C_3^3 et PC_1 et l'assise sous-jacente C_3^1, comme assise de transition au Westphalien typique, a été distinguée par lui comme série krasnokoutienne.

Nos explorations du houiller supérieur du bassin du Donetz en 1931 avaient été commencées par l'assise suivante C_3^3 qui renferme la vraie flore stéphanienne et qui est intéressante par son étroite relation avec l'assise superposée PC_1, que N. N. Jakovlev, en contradiction avec Tschernyschev et Loutouguine, joint au houiller supérieur.

Avant de passer à l'étude de cette assise, faisons part de quelques données nouvelles sur la flore de l'assise C_3^2 que nous devons à l'étude des empreintes végétales extraites des carottes du sondage des recherches d'eau faites au Nord de la station Débaltzevo-Sortirovotchnaïa, où cette assise est développée. A une profondeur de 117,36-132 mètres dans ce sondage, nous avons

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

trouvé les formes suivantes : *Pecopteris Miltoni* (Artis), *Pecopteris arborescens* (Schlotheim), *Pecopteris polymorpha* Brongniart, *Linopteris Brongniarti* Gutbier sp. (= *L. obliqua* (Bunbury = *L. sub-Brongniarti* Grand'Eury sp.), *Nevropteris Scheuchzeri* Hoffmann, *Stigmaria ficoides* Sternberg et *Cordaites principalis* (Germar). Dans la partie supérieure de cette assise, dans le ravin Gavrilina-krinitza débouchant du côté droit dans la rivière Sanjarovka, non loin du village Kalinovskoïe, nous avons découvert *Pecopteris Miltoni* Artis sp. (= *P. abbreviata* Brongniart). A partir de cette assise, cette espèce devient prédominante et passe comme nous le verrons plus loin, dans l'assise C_3^3, où elle est encore très répandue, surtout dans sa partie inférieure. La présence dans la flore fossile de l'assise C_2^3 de *Pecopteris arborescens* (Schlotheim) et de *Pecopteris polymorpha* (Brongniart) montre une fois de plus que l'attribution de cette assise au Stéphanien inférieur est bien fondée, car ces deux espèces sont caractéristiques de ce niveau ; elles sont fréquentes en France dans la flore fossile de Rive-de-Gier.

Nous devons nos connaissances sur la flore de l'assise C_3^3 principalement à N. Grigoriev qui, dans son article « Sur la flore paléozoïque supérieure recueillie dans les environs des villages Troïtskoïe et Louganskoïe dans le bassin du Donetz [1] donne la liste suivante des formes trouvées dans ses sédiments : *Calamites Suckowi* Brongniart, *Calamites Cisti* Brongniart, *C. ramosus* Artis, *Calamitina Goepperti* Weiss, *Asterophyllites equisetiformis* Schlotheim, *Calamostachys germanica* Weiss, *Paracalamostachys striata* Weiss, *Annularia stellata* Schlotheim (= *A. longifolia* Brong.), *Calamostachys* (*Stachannularia*) *tuberculata* Weiss, *Sphenophyllum oblongifolium* (Germar et Kaulfuss), *Sphenophyllum emarginatum* Brongniart, *Sphenopteris schatzlarensis* Stur., *Sphenopteris* cf. *Boeckingiana* Weiss, *Pecopteris arborescens* (Schlotheim), *P. candolleana* Brongniart, *P. lepidorachis* Brongniart, *Pecopteris* cf. *abbreviata* Brongniart, *Pecopteris* (*Asterotheca*) *oreopteridia* (Schlotheim), *P. unita* Brongn., *Pecopteris* (*Dactylotheca*) typ. *aspera* Brongniart, *P.* typ. *pennaeformis* (*aequalis*) Brongniart, *P. dentata* Brongniart, var. *plumosa* (Artis), *Pecopteris* n. sp. typ. *Bredovi* Germar, *P. pinnatifida* Gutbier, *Sporangites* sp., *Radicites* (*Pinnularia*) *columnaris* (L. et H.), *Rhacophyllum* (*Aphlebia*) *hamulosum* Lesquereux, *Aphebia adnascens* L. et H.

Toutes ces formes végétales ont été découvertes par lui dans

1. *Bulletin du Comité géologique*, 1898, t. XVII, n° 9.

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

le ravin Zapadnaïa-balka, à l'Est du village Troïtskoïé, mais malheureusement sans indication précise de la localité. C'est de ce ravin que nous nous sommes occupés avant tout en explorant cette assise, et nous y avons découvert les formes suivantes. Dans l'excavation ou fondrière de la rive gauche du ravin Zapadnaïa-balka, un peu en aval de la route qui croise ce ravin en allant du village Troïtskoïe à Vesselogorovka (Issakoko), dans les couches argilo-schiteuses, nous avons recueilli : *Annularia stellata* (SCHLOTHEIM), *A. sphenophylloides* (ZENKER), *Calamostachys tuberculata* (STERNBERG), *Radiculites luganica* ZAL., *Pecopteris* (*Asterotheca*) *Miltoni* (ARTIS), *P. Launayi* ZEILLER, *P. Pluckeneti* (SCHLOTHEIM), *Sphenopteris striata* GOTHAN, *P. feminaeformis* (SCHLOTHEIM), *Nevropteris* (*Mixoneura*) *ovata* HOFFMANN, *Odontopteris obtusa* BRONGNIART, *O. osmundaeformis* (SCHLOTHEIM), *Odontopteris minor* BRONGNIART. En amont de la route précitée, sur les amas de déblais de mines abandonnées de paysans, sur la rive gauche du même ravin Zapadnaïa-balka, dans les schistes, dans une série de fondrières s'approchant de la rive gauche du ravin, nous avons découvert les espèces suivantes : *Asterophyllitis equisetiformis* (SCHLOTHEIM), *Annularia stellata* (SCHLOTHEIM), *A. sphenophylloides* (ZENKER), *Radiculites luganica* ZAL., *Sphenophyllum oblongifolium* (GERMAR et KAULFUSS), *Pecopteris aspera* BRONGNIART, *P. oreopteridia* (SCHLOTHEIM), *Calamostachys germanica* WEISS, *Sporangites* sp., *Radicites capillacea* (L. et H.), et encore plus haut en amont du ravin, dans les grès de sa rive gauche, *Sigillaria Brardi* BRONGNIART, *Cordaites borassifolius* (STERNB.), *Calamites Suckowi* BRONGNIART, *Calamites Cisti* BRONGNIART, et dans la partie inférieure du ravin *Pecopteris unita* BRONGNIART.

Dans les grès de la rive gauche du ravin on a découvert en plusieurs points des morceaux du bois de *Dadoxylon amadokense* ZALESSKY. Le bois est très répandu ici dans les grès, et l'on en rencontre des morceaux considérables.

Toute la flore recueillie dans le ravin Zapadnaïa-balka provient à peu près d'un seul et même horizon géologique qui est l'horizon de *Sigillaria Brardi* BRONGNIART, *Pecopteris Miltoni* (ARTIS), *Nevropteris* (*Mixoneura*) *ovata* HOFFMANN et *Odontopteris minor* BRONGNIART. Un peu plus haut, suivant la coupe géologique dans les amas de déblais d'une fosse de paysans, près du village Petite Olkhovka, non loin du ravin Boutchkov-iar, ont été découverts *Annularia stellata* (SCHLOTHEIM), *Annularia sphenophylloides* (ZENKER), *Calamostachys tuberculata* STERNBERG, *Sphenopteris* conf. *Matheti* ZEILLER, *Nevropteris* (*Mixoneura*) *ovata*

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

HOFFMANN, *Odontopteris minor* BRONGNIART, *Pecopteris unita* BRONGNIART et *Radiculites luganica* ZAL.

Encore plus haut, suivant la coupe géologique dans le ravin Saukhoï-iar, affluent de gauche de la rivière Lougan, sous un calcaire que L. J. Loutouguine, A. A. Sniatkov et V. J. Sokolov prennent pour P_1, sur la rive droite dans le complexe argilo-schisteux, ont été découverts *Odontopteris osmundaeformis* (SCHLOTHEIM), *Annularia sphenophylloides* (ZENKER), *Artisia* sp. et des feuilles de *Sigillaria*, probablement de *Sigillaria Brardi* BRONGNIART.

Sous ce calcaire on trouve une petite couche exploitable de houille, près du village Troïtskoïe, où on l'exploitait sur la rive gauche de la rivière Lougan le long de ce village par de petites fosses de paysans. Sur l'emplacement des anciennes exploitations de la houille [1] de la même couche, mais sur la rive droite de la rivière Lougan, dans les déblais des fosses ou mines abandonnées, on trouve souvent des nodules calcareux ou des portions de la gangue minéralisées par la silice, en forme d'une masse tourbeuse contenant des tissus végétaux distinctement conservés. Cette couche de houille termine le complexe de roches qu'on rapporte à l'assise C_3^3, et le calcaire qui la recouvre commence l'assise suivante PC_1 de Th. N. Tschernyschev et L. J. Loutouguine. Ce calcaire gris-clair porte le nom de Nikolaïevsky et l'index XVIII ou P_1. Son épaisseur est d'environ 1, 3 mètres. Il renferme une riche faune dont nous signalons : *Productus alternatus* NORW. et PRATT., *P. praepermicus* TSCHERN., *P. artiensis* TSCHERN., *P. Cora* D'ORB., *P. Konincki* VERN. et KEYS., *Chonetes uralica* TSCHERN., *Marginifera uralica* TSCHERN., *Spirifer fasciger* KEYS. et autres. Une particularité caractéristique du calcaire, près du village Troïtskoïe, est l'abondance des restes des crinoïdes qui frappe les yeux, surtout à ses surfaces altérées. Il s'étend dans la région du village Troïtskoïe en longeant la rive gauche de la rivière Lougan, immédiatement au-dessus des carrières fournissant le matériel pour les pierres à aiguiser ; puis à la jonction du ravin Kartamyche et de Lougan, il passe sur la rive droite de cette rivière et s'étend à côté des mines de paysans du village susnommé, à travers les ravins Krinitchnaïa, Soukhoï-iar et Skelévaïa vers le sud, en passant à l'ouest de la station Débaltzevo.

1. On va exploiter encore la même couche de houille par une petite mine située plus près du village Troïtskoïé que les fosses anciennes. Mais nous n'avons pas pu explorer cette couche de houille, car la fosse en cours de fonçage ayant été inondée, on la vidait pour recommencer les travaux miniers.

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

Au-dessus de ce calcaire, c'est-à-dire déjà dans l'assise PC_1, de Tschernyschev et Loutouguine, une flore fossile a été trouvée en aval du même ravin Soukhoï-ïar, dans les grès situés en amont des carrières principales de ce ravin qui exploitent les grès pour les pierres à aiguiser. On a trouvé ici les empreintes de grosses feuilles du *Cordaites principalis* (Germar), dont quelques-unes longues de 45 cm., des feuilles appartenant probablement au *Dorycordaites palmaeformis* (Goeppert) ou au *Cordaites borassifolius* (Sternberg). La longueur de l'une d'elles est de 45 cm., tandis que la largeur atteint 50 mm. dans la partie supérieure arrachée. Plus haut, suivant la coupe dans les grès entre les calcaires P_2 et P_3, on rencontre souvent des morceaux de bois du *Dadoxylon amadokense* Zal. (sur la rive gauche de la rivière Lougan en face de l'ancien manoir seigneurial près du village Kalinovskoïé) et au-dessus du calcaire P_4 (calcaire XXI ou *f*, d'après Tschernyschev et Loutouguine), dans l'embranchement gauche du ravin Kalinovy, dans les schistes gris, on a signalé une flore fossile bien conservée comprenant *Odontopteris osmundaeformis* Schlotheim sp. (= *Alethopteris falcata* Goeppert), *Annularia sphenophylloides* (Zenker), *Dorycordaites palmaeformis* (Goeppert) et *Cordaites principalis* (Germar).

Jusqu'à cet horizon géologique, la flore de PC_1 diffère peu de la flore C_3^3. Dans les deux assises *Odontopteris osmundaeformis* apparaît comme une plante ordinaire, très répandue depuis le calcaire O_3 au ravin Zapadnaïa-balka jusqu'au calcaire P_4 au ravin Kalinovy, et l'ensemble de la flore qui accompagne cette espèce reste le même. Il est hors de doute qu'on ne peut pas séparer par sa flore de l'assise C_3^3 la partie de l'assise PC_1 qui se trouve sous le calcaire P_4. L'ensemble de sa flore est le même que celui qui a été indiqué pour l'assise C_3^3 en général, et il faut faire commencer l'assise PC_1 qui recouvre l'assise C_3^3, non pas par le calcaire P_1 comme l'admettent Tschernyschev et Loutouguine et le reste des géologues du Comité géologique russe, mais par l'horizon à végétaux situé sous le calcaire P_4.

Dans l'assise C_3^3 nous distinguons deux horizons : l'inférieur avec *Pecopteris Miltoni* (Artis), *Mixoneura ovata* (Hoffmann), *Odontopteris minor* Brongniart et *Sigillaria Brardi* Brongniart, et l'horizon supérieur caractérisé par l'abondance de l'*Odontopteris osmundaeformis* (Schlotheim).

Le reste de l'assise PC_1 de Tschernyschev et Loutouguine a déjà une flore un peu différente. Elle a été découverte par nous dans la partie amont du ravin Mironova, dans une petite fon-

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

drière de sa rive gauche, à deux kilomètres en amont de la citerne du chemin de fer. Ici, nous avons trouvé dans les grès schisteux : *Sphenophyllum amadokense* ZAL., *Pecopteris arborescens* (SCHLOTHEIM), *P. feminaeformis* (SCHLOTHEIM), *P. lepidorachis* BRONGNIART, *P. unita* BRONGNIART, *P. densifolia* GOEPPERT sp. (= *Alethopteris lingulata* GOEPPERT = *Nevropteris imbricata* GOEPPERT), *Odontopteris subcrenulata* ROST sp. (= *O. lingulata* GOEPPERT sp.), *Syringodendron* d'une sigillaire du groupe de *Rhytidolepis*, des branches de *Cordaites* et des feuilles de *Cordaites principalis* (GERMAR), de *Cordaites borassifolius* (STERNBERG) et *Dorycordaites palmaeformis* (GOEPPERT).

Ici, parmi les formes ordinaires stéphaniennes de la flore de l'assise C_3^3, on trouve en abondance les espèces, répandues dans le Permien, *Odontopteris subcrenulata* ROST et *Pecopteris densifolia* GOEPPERT. La partie de l'assise PC_1 de Tschernyschev que nous examinons est déjà sans contredit permienne. La partie inférieure de l'assise PC_1, à commencer par l'horizon à végétaux sous le calcaire P_4, est assez bien représentée au ravin Kalinovy, affluent gauche de la rivière Lougan, et sa partie supérieure au ravin Mironova. Les schistes sont ordinairement de couleur rouge parfois verte, et les grès sont ordinairement gris, et renferment par endroits beaucoup de morceaux de bois de *Dadoxylon amadokense* ZAL[1]. Les mêmes grès sont développés dans la partie médiane du ravin Kalinovy où il y en a des carrières, et dans la partie d'amont du ravin Lozovaïa. Les argiles de couleur rouge et les schistes argileux se voient aussi sous l'horizon à végétaux situé sous le calcaire P_4, jusqu'au calcaire P_2, mais on les rencontre aussi par endroits plus bas au delà du calcaire P_1, c'est-à-dire dans les limites de l'assise de Tschernyschev C_3^3, où ils jouent pourtant un rôle secondaire et rien que dans sa partie supérieure.

La flore de l'assise PC_1, c'est-à-dire du complexe situé au-dessus du calcaire P_1, a aussi été étudiée par N. Grigoriev, qui en donne la liste dans son ouvrage cité, comme provenant de localités se trouvant (p. 387) sur la rive droite de la rivière Lougan, dans les ravins qui se dirigent vers la rivière, au-milieu de schistes argileux et argilo-sableux, sous le calcaire *f* de la coupe générale, c'est-à-dire sous le calcaire P_4, et des envi-

1. Quelques morceaux de bois du *Dadoxylon amadokense* ZALESSKY trouvés au-dessous du calcaire P_4, près des tombeaux devant Krasnoïé Glinitsche, ont montré des anneaux annuels d'accroissement faiblement marqués qui sont absents dans la majorité des échantillons de bois que nous avons recueillis au-dessous, comme au-dessus de cet horizon.

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

rons du village Nikitovka, des fouilles au village Luganskoïé, du complexe des roches au-dessus du calcaire *h*, c'est-à-dire du calcaire P_5.

Les indications de Grigoriev d'après lesquelles quelques gisements de la flore permo-houillère sous le calcaire *f* se trouvent sur la rive droite, doivent être erronées, car c'est le calcaire P_1 et non le calcaire *f* ou P_4 qui ressort sur la rive droite de la rivière Lougan dans les ravins cités, et les données de Grigoriev se rapportent sans doute aux ravins de la rive gauche de la Lougan, où le calcaire P_4 affleure en effet. L'erreur de Grigoriev est prouvée par ses propres paroles dans un autre passage de son article (p. 412), où, en passant à l'étude de la flore des dépôts permo-houillers du bassin de Donetz il écrit que ces dépôts sont développés au village Troïtskoïé au-dessus du calcaire premier (P_1) de la coupe générale dans les ravins au delà de la rivière Lougan, et qu'à Luganskoïé ils sont disposés entre les calcaires *k* (P_6) et *h* (P_5) de cette même coupe. Quand il parle de leur développement aux environs du village Troïtskoïé, il faut comprendre son expression, « au delà de la Lougan » comme une indication de leur développement sur la rive gauche de la rivière Lougan, et non sur sa rive droite. Pour les lieux de provenance sous le calcaire *f* (P_4), il signale les formes végétales suivantes : *Calamites Suckowi* Brongn., *C.* conf. *Cisti* Brongniart, *C.* conf. *Schultzi* Stur., *Asterophyllites equisetiformis* (Schlotheim), *Annularia longifolia* Brongn. (= *A. stellata*) Schlotheim sp.), *A. sphenophylloides* (Zenker), *Sphenophyllum cuneifolium* var. *saxifragaefolium* (Sternb.), *Sphenophyllum majus* Brongn., *Sph. longifolium* Germar, *Pecopteris arborescens* (Schlotheim), *Pecopteris feminaeformis* (Schlotheim), *Pecopteris cyathea* (Schlotheim), *Pecopteris* (*Asterotheca*) *oreopteridia* (Schlotheim), *Pecopteris polymorpha* Brongn., *Nevropteris* conf. *auriculata* Brongn., *Nevropteris* conf. *cordata* Brongn. var. *densinervia* Grigoriev, *Nevropteris imbricata* Goeppert, var. *densinervosa* Rochl. [1], *Odontopteris osmundaeformis* (Schlotheim), *Cordaites principalis* (Germar), *Cordaites* conf. *borassifolius* (Sternb.), *Dorycordaites palmaeformis* (Goeppert) Grand'Eury, *Samaropsis fluitans* Weiss, *Sporangites* sp., *Lepidophyllum* conf. *triangulare* Zeiller, *Aphlebia pateraeformis* Germar, *Arthropitys* sp., (*Grigorievi* Zalessky) [2].

1. Cette dénomination est synonyme de *Pecopteris densifolia* (Goeppert), forme répandue et ordinaire du Permien inférieur et qui appartient sans aucun doute aux *Pecopteris* et non aux *Nevropteris*.

2. M. D. Zalessky, dans son article sur la présence de *Mixoneura neuropteroides*

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

Des fouilles des environs du village Luganskoïé, au-dessus du calcaire *h* ou P_5, il signale : *Asterophyllites equisetiformis* Schlotheim), *Paracalamostachys striata* Weiss, *Annularia longifolia* Brongn., *Stuchannularia tuberculata* Weiss, *Annularia sphenophylloides* (Zenker), *Sphenophyllum cuneifolium* var. *saxifragaefolium* (Sternb.), *Sphenophyllum oblongifolium* (Germar et Kaulfuss), *Sphenophyllum* conf. *filiculme* Lesquereux, *Sphenopteris* conf. *obtusiloba* Brongn., *Sphenopteris* conf. *Baeumleri* Stur, *Pecopteris Candollei* (Brongn.), *Pecopteris unita* Brongn., *Nevropteris imbricata* Goepp. var. *densinervosa* Rochl., *Odontopteris* conf. *britannica* Gutbier, *Cardiocarpon* conf. *Gutbieri* Geinitz, *Pinnularia columnaris* L. et H.

En parlant du caractère de la flore du permo-houiller du Donetz, il fait ressortir que ses formes dominantes sont des formes carbonifères auxquelles se joignent quelques espèces nouvelles ayant déjà un caractère permien prononcé. Puis, il fait remarquer qu'à partir des horizons situés entre les calcaires premier (P_1) et *f*. (P_4) de la coupe générale, on voit apparaître les premiers précurseurs de la flore permienne tels sont : *Odontopteris Schlotheimi* Brongniart (= *O. osmundaeformis* Schlotheim sp.), *Pecopteris* (*Goniopteris*) *feminaeformis* (Schlotheim), *Nevropteris cordata* Brongniart var. *densinervia* Grigoriev et *Araucarites* conf. *Rhodaeanus* Goeppert.

En dehors du bois qui n'a été déterminé qu'approximativement et la nouvelle forme du *Nevropteris*, on voit Grigoriev signaler dans la liste citée des quasi précurseurs de la flore permienne, *Odontopteris osmundaeformis* (Schlotheim) et *Pecopteris feminaeformis* (Schlotheim). Cette conclusion est fausse. Ces espèces sont très répandues dans toute l'assise C_3^3, et nous les avons rencontrées à un niveau assez bas dans le ravin Zapadnaïa-balka ; donc elles sont sans aucun doute plus houillères que permiennes et apparaissent dans les couches permiennes comme un héritage du passé et nullement comme précurseurs d'une nouvelle flore.

Ainsi d'après les données de Grigoriev, la flore de l'assise PC_1 jusqu'au calcaire P_4 est stéphanienne supérieure et non per-

Goeppert avec *Nevropteris Scheuchzeri* Hoffmann et *Nevropteris rarinervis* Bunbury dans les couches du houiller supérieur du bassin du Donetz (*Bull. Comité géologique*, 1907, t. XXVI, n° 8-10), a rapporté la liste citée de la flore trouvée aux environs du village Troïtskoïé sous le calcaire *f* (P_4) à l'assise C_3^3 vu qu'il prend pour limite entre les assises C_3^3 et PC_1 non pas le calcaire P_1 comme le faisait Grigoriev, mais par le calcaire P_4, qui sépare l'assise C_3^3 des complexes des roches à *Araucarites* de N. N. Jakovlev.

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

mienne ou permo-houillère. Cette déduction de Grigoriev a été prise en considération par N. N. Jakovlev dans sa division des sédiments de la cuvette de Bakhmout, lorsqu'il joignit le complexe des roches au-dessus du calcaire P_1, jusqu'au P_4 ou *f* au houiller supérieur (C_3^1) et assigne les roches au-dessus du calcaire P_4 jusqu'aux grès cuivreux permiens comme une nouvelle assise du houiller supérieur C_3^1 qu'il nomma « le complexe à *Araucarites* » à cause des bois du type *Dadoxylon* (*Araucarites*) qui s'y trouvaient. Mais s'il a eu le droit de le faire en profitant des données de la flore par rapport à une partie de l'assise PC_1 jusqu'à l'horizon à végétaux qui s'étend sous le calcaire P_4, on ne pouvait aucunement le faire pour cet horizon-là et pour le complexe qui s'étend plus haut, par exemple au-dessus du calcaire P_5 (*h*), car la déduction de Grigoriev pour ces horizons était fausse et que les données de la flore témoignaient contre l'adjonction de cette partie du PC_1, au houiller supérieur. Que plusieurs formes du houiller supérieur passent au Permien et finissent leurs jours dans le milieu d'une végétation déjà permienne est connu depuis longtemps, mais il ne s'ensuit pas que ces espèces houillères puissent définir le caractère d'une flore et indiquent l'âge des sédiments dans lesquels elles avaient été trouvées. L'âge d'une flore est déterminé par des habitants de la terre nouvellement apparus qui par leur apparition et leur prédominance, signalent la nouvelle époque, ce sont *Odontopteris subcrenulata* Rost sp. (*O. lingulata* Goeppert sp.) et *Pecopteris densifolia* Goeppert trouvée par nous en abondance dans le ravin Mironova, qu'il faut reconnaître comme telles. Ces espèces, qui apparurent sur la terre vers la fin du houiller supérieur, ne se répandirent et ne devinrent des formes ordinaires qu'à la période permienne. Leur prédomination dans une flore qui porte encore un caractère stéphanien supérieur (*Pecopteris arborescens*, *Syringodendron* du groupe de *Sigillaria-Rhytidolepis*) affirme d'une manière précise l'âge permien inférieur des couches qui la renferment.

Une étude critique des listes de la flore données par Grigoriev pour PC_1, pour les horizons de cette assise sous le calcaire (P_4) et sous le calcaire *h* (P_5), confirme ce que Grigoriev a indiqué comme niveau de la première et de la seconde apparition de l'espèce permienne *Pecopteris densifolia* Goeppert (car c'est à cette espèce qu'il faut rapporter sa *Nevropteris imbricata* Goeppert var. *densinervosa* Roehl.) et, en dehors de ce premier niveau, *Nevropteris cordata* Brongniart var. *densinervia* Grigoriev que nous avons considérée comme espèce nouvelle sous le nom de

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

Nevropteris densinervosa Zalessky [1]. Elle se rapproche beaucoup de l'espèce permienne *Nevropteris cordata* Goeppert (non Brongniart) que Lima a séparée sous la dénomination de *Nevropteris Zeilleri*. La présence de ces espèces dans la flore de ces niveaux justifie pour nous leur adjonction non à l'assise C_3^3, mais à celle située plus haut.

Ainsi la découverte, dans le ravin Mironova, d'une flore fossile d'âge permien amène le premier d'entre nous à changer d'opinion au sujet de l'âge de la partie supérieure de l'assise PC_1. Dans son ouvrage : « Essai d'une division du terrain houiller du bassin du Donetz d'après sa flore fossile », il la rapporta au houiller supérieur et l'adjoignit à la partie supérieure de la série Louganienne, à savoir à la sous-série de Troïtskoié. A présent, nous avouons tous les deux que ceci est faux et nous pensons qu'il est nécessaire de distinguer le complexe des roches à partir de l'horizon au-dessus du calcaire P_4 jusqu'au grès cuivreux permiens comme une série indépendante, à laquelle, à cause de son développement considérable aux environs du village Troïtskoïé, nous donnons le nom de série Kalinovo-Mironovienne. Selon nous, cette série est permienne et constitue une unité stratigraphique inférieure du Permien de Bakhmout. Quant au complexe des roches à *Araucarites* de N. N. Jakovlev, son institution n'est plus fondée du tout [2].

Les bois du type des *Araucarites* (*Dadoxylon*), se trouvent non seulement au-dessus du calcaire P_4, par lequel N. N. Jakovlev fait passer la limite inférieure de l'assise à *Araucarites*, mais aussi plus bas, à partir de l'horizon calcaire O_3 de l'assise C_3^3, et ils n'y sont pas plus rares, au contraire, que dans les dépôts (grès) au-dessus de P_4. Cette abondance des bois de *Dadoxylon*, pourrait faire considérer presque toute l'assise C_3^3, à commencer par le calcaire O_3, comme le complexe à *Araucarites*. A part ceci, tant que les bois dans leur masse ne sont pas étudiés ni déterminés spécifiquement, leur présence dans les dépôts ne doit pas servir pour la division de ces complexes en horizons géologiques. C'est pourquoi nous ne considérons pas comme possible de distinguer un complexe à *Araucarites*. En nous fondant sur

1. Selon l'ancienne collection du Comité géologique russe, cette espèce se trouve dans PC_1, près du village Petrovskoïé entre les ravins Spornaïa et Armeïskaïa sur la rivière Bereretchka, à côté de *Cordaites borassifolius* (Sternberg) et dans la même assise près du village Tsaréborissovo, à côté de *Cordaites principalis* (Germar).

2. N. N. Jakovlev. Explorations géologiques faites dans la partie septentrionale du bassin du Donetz en 1895. *Bull. Com. géolog.*, 1896, t. XV, n° 6.

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

Division en assises : D'après N. N. Jakovlev	Division en assises : D'après Th. N. Tschernyschevet L. Loutouguine	Division en séries d'après M. D. Zalessky et H. Th. Tchirkova	L'âge géologique d'après M. D. Zalessky et H. Th. Tchirkova	Courte caractéristique floristique des séries d'après M. D. Zalessky et H. Th. Tchirkova
PC_1	PC_2			
C_3''	PC_1	Série Kalinovo-Mironovienne	Permien : Autunien	Horizon II : *Mixoneura subcerenulata* Rost sp. et *Pecopteris densifolia* Goeppert sp.
P_1				Horizon I : *Nevropteris densinervosa* Zalessky, *Arthropilys Grigorievi* Zal., *Odontopteris osmundaeformis* (Schlotheim) et l'apparition de *Pecopteris densifolia* (Goeppert).
C_3'	P_1	Série Louganienne — Sous-série Troïtzkienne	Houiller supérieur — Stéphanien	*Astrophyllites equisetiformis* (Schlotheim), *Annularia stellata* (Schlotheim) (Zenker), *Annularia sphenophylloides* (Zenker), *Sphenophyllum oblongifolium* (Germar et Kaulfuss). *Sph. amaldolense* Zal., *Pecopteris Miltoni* (Artis), *P. arborescens* (Schlotheim), *P. unita* Brongniart, *Alethopteris Costei* (Zeiller), *Cordaites borassifolius* (Sternberg), *Dorycordaites palmaeformis* (Goeppert), *Cordaites principales* (Germar). Ordinairement : *Pecopteris arborescens* (Schlotheim), *P. cyathea* (Schlotheim), *P. lepidorachis* (Brongniart), *P. oreopteridia* (Schlotheim), *P. unita* (Brongniart), *P. polymorpha* (Brongniart), *P. feminaeformis* (Schlotheim). Horizon II : Abondance d'*Odontopteris osmundaeformis* Schlotheim *sp.* (= *O. Schlotheimi* Brongniart). Horizon I : *Pecopteris Miltoni* (Artis), *Sigillaria Brardi* Brongniart, *Mixoneura ovata* (Hoffmann), *Odontopteris minor* Brongniart. Apparition d'*Odontopteris osmundaeformis* (Schlotheim).
	C_3^2	Sous-série Debalzevienne		*Nevropteris rarinervis* (Bunbury) Zeiller, *Mixoneura ovata* (Hoffmann), *Nevropteris Scheuchzeri* Hoffmann, *Linopteris obliqua* (Bunbury). *Pecopteris polymorpha* Brongniart.
	C_3^1	Série Krasnokoutienne	Houiller moyen — Westphalien supérieur	Apparition dans la partie supérieure d'*Alethopteris Costei* Zeiller. *Sphenophyllum emarginatum* Brongniart. *Sphenophyllum verticillatum* (Schlotheim). *Asolanus camptotaenia* Wood, *Mixoneura ovata* (Hoffmann). *Nevropteris rarinervis* Bunbary, *Nevropteris tenuifolia* (Schlotheim). *Pecopteris integra* (Andrae).

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

l'abondance dans ses parties supérieures d'*Odontopteris lingulata* GOEPPERT sp. (*O. subcrenulata* ROST sp.) et de *Pecopteris densifolia* GOEPPERT, nous considérons ce complexe comme d'âge permien inférieur. Ainsi le houiller supérieur du bassin du Donetz se compose des assises C_3^2, C_3^3 et d'une partie de l'assise PC_1 jusqu'à l'horizon au-dessous du calcaire P_4, tandis que les couches à végétaux qui les recouvrent, faisant partie de l'assise PC_1 au-dessus de cet horizon jusqu'aux grès cuivreux permiens, doivent être reconnues comme permiennes inférieures.

Tout ce que nous venons d'exposer est démontré par le tableau ci-contre.

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

Les Polypiers carbonifères du Sahara occidental

par **N. Menchikoff** et **Te-You Hsu** [1].

Planches IX et X

Les terrains carbonifères jouent un rôle très important dans la constitution géologique du Sahara occidental, mais les sédiments marins connus jusqu'à présent sont tous d'âge dinantien ou namurien. Une régression générale sur toute la plateforme saharienne et qui a débuté au commencement du Carbonifère moyen, a été complète dans sa deuxième moitié; il n'est connu de cette dernière période que des couches continentales à plantes. Quant au Carbonifère supérieur, son existence n'est pas démontrée jusqu'à présent au Sahara [2].

Ce sont surtout les calcaires viséens et en particulier viséens supérieurs (zone D des classifications anglaises) qui prennent un grand développement, en même temps qu'ils gardent partout une remarquable constance de faciès. Ce sont eux aussi qui nous ont fourni le plus grand nombre de Polypiers.

GISEMENTS

Tous les gisements cités dans ce travail appartiennent à trois grands bassins carbonifères du Sahara occidental algéro-marocain :

I. Bassin de Tindouf, situé au Sud de l'Oued Dra.

II. Bassin des Oueds Guir, Zousfana et Saoura, dans le Sud oranais.

III. Région de Touat-Gourara, en bordure ouest du Tademaït.

I. — Le bassin de Tindouf correspond à un vaste synclinal de fond qui vient à la suite de l'anticlinal de fond de l'Anti-Atlas et est situé au Sud de l'Oued Dra. L'étude stratigraphique de ce bassin a déjà été donnée par l'un de nous [3]. Tous les gisements cités ici se trouvent sur le bord nord de ce bassin.

1. Note présentée à la séance du 29 avril 1935.

2. L'Ouralien signalé par É. Haug dans l'Erg Issaouan (Documents scientifiques de la mission saharienne Foureau-Lamy, Paris, 1905) est en réalité du Viséen et du Namurien (voir G. Delépine *in* N. Menchikoff. Recherches géologiques et morphologiques dans le Nord du Sahara occidental. *Rev. Géogr. phys. et Géol. dyn.*, vol. III, fasc. 2, 1930, p. 169).

3. N. Menchikoff, *op. cit.*, p. 149-158.

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

1. Au Foum Souia, à l'extrémité orientale du Dj. Ouarkziz, ont été recueillis :

Cyathophyllum Murchisoni M.-Edw. et Haime,
Dibunophyllum Muirheadi Thom. et Nich.,
Aulophyllum fungites Flem.,
Lithostrotion irregulare Phill.,
Lonsdaleia duplicata Mart.

Ces espèces se trouvent dans la partie supérieure de la falaise du Dj. Ouarkziz où elles sont associées à des *Productus* du groupe de *Pr. giganteus* Mart.

2. A 80 km. à l'ESE du gisement précédent, le long de l'Oued Oum-el-Assel, il y a trois niveaux principaux à Polypiers, qui sont de bas en haut :

a) Dans le Tournaisien, au milieu des couches à *Spirifer tornacensis* de Kon., un niveau à

Cyathaxonia rushiana Vaughan.

b) Entre les dernières couches à *Spirifer tornacensis* de Kon. et les premiers bancs à *Productus hemisphaericus* Sow., un niveau à

Zaphrentis Omaliusi M.-Edw. et Haime,
Carcinophyllum (?) *sp.*

c) Dans les bancs calcaires à *Productus giganteus* Mart. du Viséen supérieur :

Caninia concavea Thom.,
Cyathophyllum Murchisoni M.-Edw. et Haime,
Cyathophyllum regium Phill.,
Dibunophyllum Muirheadi Thom. et Nich.,
Aulophyllum fungites Flem.

3. A une vingtaine de km. à l'Est de l'Oued Oum-el-Assel, dans la vallée de l'Oued Khorb-el-Ethel, il y a, à l'extrême base du Tournaisien (zone d'Etroeungt), au milieu d'une riche faune de Brachiopodes :

Zaphrentis Delanouei M.-Edw. et Haime.

4. Dans la région d'Oum-Touaba située à 40 km. à l'Est, dans le prolongement des bancs calcaires du Viséen supérieur de l'Oued Oum-el-Assel, il existe :

a) Au-dessus des dernières couches à *Spirifer tornacensis* de Kon. et avant les premiers bancs à *Productus hemisphaericus* Sow.,

Zaphrentis Enniskilleni M.-E. et H. cf. var. *derbiensis* Lewis.

qui semble être au même niveau que *Zaphrentis Omaliusi* de la coupe de l'Oued Oum-el-Assel.

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

b) Plus haut, dans les niveaux à *Productus giganteus* MART. :

Cyathophyllum Murchisoni M.-EDW. et HAIME,
Cyathophyllum regium PHILL.,
Cyathophyllum Ressoti sp. nov.,
Lophophyllum interruptum THOM. et NICH.,
Dibunophyllum Muirheadi THOM. et NICH.,
Dibunophyllum cf. *derbiense* SIBLY,
Dibunophyllum sp.,
Aulophyllum fungites FLEM.,
Lithostrotion irregulare PHILL.

II. — Le bassin des Oueds Guir, Zousfana et Saoura, situé dans la région de Colomb-Béchar (Sud oranais) à la lisière nord du Sahara, a déjà fait l'objet d'études stratigraphiques de Flamand [1] et de l'un de nous [2]. F. Daguin [3] l'a également étudié dans le Guir et a donné en particulier la description de plusieurs Polypiers du Viséen supérieur.

1. Un seul gisement, situé dans la vallée de la Saoura entre Béni-Abbès et Mazzer, nous a fourni des Polypiers tournaisiens :

a) Dans les couches à *Spirifer tornacensis* DE KON.

Cyathaxonia sp.

b) Quelques mètres plus haut, au milieu d'une riche faune de Goniatites du Tournaisien supérieur (zone C_1), on trouve :

Cyathaxonia rushiana VAUGH., *Cyathaxonia rushiana* var. *mitrata* var. nov.

2. A Mazzer, à 15 km. en amont du gisement précédent, on trouve dans les premières couches fossilifères du Viséen, associé à de nombreux Brachiopodes et Bryozoaires,

Zaphrentis cf. *disjuncta* CARRUTHERS,
Zaphrentis sp.,
Lophophyllum sp.,
Cyathophyllum sp.

3. Dans les barres calcaires d'Akacha, situées dans la vallée de la Saoura en amont de Mazzer, il y a :

Zaphrentis Enniskilleni M.-EDW. et HAIME,
Lophophyllum sp.,
Dibunophyllum sp.,
Lithostrotion irregulare PHILL.

4. Dans les environs d'Igli affleurent des couches du sommet du Viséen à *Productus latissimus* SOW., accompagné de :

1. G. B. M. FLAMAND. Thèse, Lyon, 1911.
2. N. MENCHIKOFF, *op. cit.*, p. 160-167.
3. F. DAGUIN. Étude stratigraphique et paléontologique du Carbonifère de la rive droite de l'Oued Guir, *Service des Mines et de la Carte géologique du Maroc. Notes et Mémoires*, 1929.

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

Cyathophyllum regium PHILL., *Lithostrotion irregulare* PHILL.
Dibunophyllum sp.,

5. Un certain nombre de Polypiers proviennent du Dj. Béchar, pris dans le sens large, c'est-à-dire de toute la falaise de la rive droite de la Zousfana entre Ben-Zireg et Igli. Ce sont des couches viséennes qui deviennent de plus en plus dolomitiques vers le Nord. Nous pouvons y signaler :

a) Dans la falaise de Bou-Rhouïs (20 km. au Sud de Taghit) :

Lithostrotion (*Nematophyllum*) *sp.*

b) A Haci Arlal (25 km. au NNW de Taghit) dans les couches à *Productus auritus* PHILL. et *Pr. latissimus* SOW.

Cyathophyllum regium PHILL., *Aulophyllum fungites* FLEM.

c) Au Teniet el Aouidja (15 km. au Nord de Taghit)

Diphyphyllum lateseptatum MC COY.

d) A Aïn Mizab (25 km. à l'ESE de Colomb-Béchar) dans les calcaires massifs dolomitiques à la base de la falaise

Cyathophyllum sp., *Lithostrotion* (*Nematophyllum*) *sp.*

e) Plus au Nord, dans la falaise du Djebel Bechar proprement dit :

Clysiophyllum sp., *Lithostrotion* cf. *Martini* M.-EDW. et HAIME.

6. A l'extrémité occidentale du Dj. Horreit, dans des couches très élevées du Viséen (ou peut-être déjà du Namurien), il existe de nombreux Clisiophyllidés mal conservés.

7. A Talzaza, dans les couches marneuses à *Spirifer striatus* MART. viséennes, on trouve un grand nombre de

Cyathophyllum sp., *Carcinophyllum sp.*,

8. Dans l'Oued Guir, à son confluent avec l'Oued Safsaf, une faune de Polypiers du Viséen supérieur a été décrite par F. Daguin[1]. Cet auteur signale :

Cyathaxonia sp., *Dibunophyllum Vaughani* SALÉE,
Cyathophyllum Murchisoni M.-EDW. et HAIME, *Dibunophyllum sp.*
Aulophyllum fungites FLEM.,
Lophophyllum nov. sp., *Lithostrotion irregulare* PHILL.
Clisiophyllum sp.,

Nous pouvons ajouter, plus en aval, sur la rive droite de

1. F. DAGUIN, *op. cit.*

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

l'Oued Guir, à Djihani, dans les couches à *Productus giganteus* MART.

Cyathophyllum regium PHILL. *Clisiophyllum sp.*

9. Dans le Djebel Mezarif qui fait pendant au Dj. Béchar sur la rive gauche de la Zousfana et dans les affleurements qui se trouvent plus au Sud à la lisière du Grand Erg, on peut signaler dans les calcaires souvent dolomitiques viséens :

a) A l'extrémité nord du massif (Oued Chegga),

Lithostrotion irregulare PHILL.

b) Entre Aïn Nakhla et Aïn Mezarif,

Lophophyllum interruptum THOM. et NICH

c) Dans le Meharez-el-Kebir,

Lithostrotion (Nematophyllum) sp.

d) Au Haci Meghimine (2 km. à l'Ouest du puits),

Lithostrotion irregulare PHILL.

e) Dans le Dj. Youcha,

Lithostrotion cf. *Martini* M.-EDW. et HAIME.

f) Dans le Taoudrara-Kahla,

Lithostrotion (Nematophyllum) sp.,
Zaphrentis sp.

g) Au Haci Ouskir (5 km. au SW du puits),

Diphyphyllum lateseptatum MC COY.

h) A la gara Ksi-Ksou,

Lithostrotion (Nemathophyllum) sp.

i) Dans le Dj. Menagger,

Lithostrotion irregulare PHILL.

III. — La région de Touat-Gourara, située en bordure ouest du grand plateau crétacé de Tademaït, est au Sud en liaison, par les gisements de Chebbi et d'Aïn Taïbin, avec ceux du Tidikelt qui font déjà partie de la zone prétassilienne du Sahara central.

1. Nous possédons du Carbonifère inférieur de la région de Timmimoun, d'un gisement situé à 4 km. de Tala,

Zaphrentis crassisepta sp. nov., *Lithostrotion irregulare* PHILL.
Caninia cylindrica SCOULER, *Lithostrotion (Nematophyllum) sp.*
Clisiophyllum sp.,

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

2. A Tazoult, dans le bas Touat, les calcaires bleus du Viséen supérieur renferment en abondance :

Caninia Delepinei sp. nov.
Dibunophyllum aff. *Muirheadi* Thom. et Nich.,
Dibunophyllum sp.,
Rhodophyllum tazoultense sp. nov.,
Carcinophyllum cf. *Welchi* Ryder.

3. A Chebbi, une petite palmeraie située à 25 km. à l'Ouest de Reggane aux confins du Tidikelt, l'un de nous a recueilli dans des couches à *Productus auritus* Phill. du Viséen supérieur, un fragment de

Cyatophyllum cf. *regium* Phill.

On peut faire, à propos de ces faunes, les mêmes observations que suggérait déjà l'étude des faciès néritiques à Brachiopodes dans le Sahara occidental [1] et dans une grande partie du Maroc : les faunes à Polypiers y présentent de remarquables affinités avec celles du Nord-Ouest de l'Europe — Bassin Franco-Belge et Angleterre —. On y retrouve les mêmes espèces dans les mêmes horizons et ces espèces sont groupées en associations en tout semblables à celles du Dinantien de ces pays.

Avant de passer à l'étude paléontologique des espèces, nous tenons à remercier bien vivement M. G. Delépine, professeur à la Faculté libre des Sciences de Lille, qui nous a beaucoup aidé de ses conseils au cours de ce travail.

DESCRIPTION DES ESPÈCES

Cyathaxonia rushiana Vaughan.

1906. *Cyathaxonia rushiana* Vaughan, *Q.J.G.S.*, vol. LXII, p. 316, pl. XXIX, fig. 3, 3 *a* et 3 *b*.

Formes caractérisées par une taille plus grande que celle de *C. cornu* Michelin [2] et par une plus grande épaisseur de la columelle. La forme générale de nos Polypiers est assez semblable à la figure 3 de la planche XXIX de Vaughan. Elle est, en effet, cylindrique et allongée, légèrement recourbée à la pointe. En coupe horizontale, les apparences sont les mêmes que celles

1. N. Menchikoff, *op. cit.*
2. Michelin. Iconogr. zoophyt, 1847, p. 258, pl. LIX, fig. 9.

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

figurées par Vaughan et par Dutertre [1] qui a décrit une forme assez semblable à *C. rushiana*.

Gisements. — Oued Oum-el-Assel et Oued Saoura entre Beni-Abbès et Mazzer ; Tournaisien.

Répartition verticale. — *C. rushiana* est caractéristique des *Cyathaxonia-beds* de Rush (Irlande) et de Barbourne (Derbyshire), dont l'âge était considéré par A. Vaughan comme viséen tout à fait supérieur (D_3). Mais en 1915, L. B. Smyth [2] a repris l'étude stratigraphique et faunistique de cette région et a montré que le calcaire de Holmpatrick, dans lequel on trouve *C. rushiana*, correspond aux zones C_2 et S_1. Il est donc du Viséen inférieur.

Remarques. — A côté de ces formes typiques, nous avons trouvé dans le Tournaisien supérieur de la Saoura (entre Beni-Abbès et Mazzer), quelques spécimens assez intéressants par leur ornementation extérieure. Ils présentent de fortes côtes annulaires et anguleuses assez régulièrement disposées. On peut les considérer comme une variété que nous désignons sous le nom de *mitrata* (Pl. IX, fig. 1-4).

Cyathaxonia sp.

Les exemplaires, provenant du niveau à *Sp. tornacensis* de la Saoura entre Beni-Abbès et Mazzer, présentent des caractères qui les rapprochent de *C. cornu* Michelin, cependant nous préférons ne pas préciser le nom d'espèce du fait que leur pointe n'est nullement recourbée comme chez *C. cornu*.

Zaphrentis Delanouei M.-Edwards et Haime.

1851. *Zaphrentis Delanouei* M.-Edwards et Haime, Polyp. Foss. Terr. Pal., p. 332, pl. V, fig. 2-2 *c* (*syn. exclusa*).
1910. *Zaphrentis Delanouei* Carruthers, *Q.J.G.S.*, vol. LXVI, p. 525 et 533, pl. XXXVII, fig. 3 *a*-3 *c*.

Cette espèce est caractérisée par une courbure des septa majeurs convexe vers la fossette cardinale qui s'élargit graduellement du bord externe vers le centre. Notre échantillon est un peu recristallisé, mais ces caractères se distinguent nettement.

Gisement. — Oued Khorb-el-Ethel : Tournaisien inférieur.

1. Dutertre. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LIV, 1929, p. 128, pl. VII, fig. 7 et 8.
2. Smyth. *Sc. Proc. Roy. Dublin Soc.*, n. s., vol. XIV, n° 41, 1915, p. 538-539.

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

Répartition verticale. — *Z. Delanouei* est pratiquement confiné dans la sous-zone Z du Tournaisien, cependant il monte jusque dans le Viséen inférieur et peut-être dans le Viséen moyen. C'est probablement une forme précurseur de *Z. Enniskilleni*.

Zaphrentis Enniskilleni M.-Edwards et Haime.

1853. *Zaphrentis Enniskilleni* M.-Edwards et Haime, Brit. foss. Corals, III, p. 170, pl. XXXIV, fig. 1.
1930. *Zaphrentis Enniskilleni* Lewis, *Q.J.G.S.*, vol. LXXXVI, p. 277, pl. XXIII.

Ce *Zaphrentis* est caractérisé par le changement périodique de la forme de la fossette cardinale : au stade dit bréphique, celle-ci est en forme de V ; puis au stade de 12 à 18 septa, elle dessine un U, dont les parois se rapprochent graduellement pour se fermer en 0 (18 à 24 septa). Quand le Polypier arrive au stade de 24 à 28 septa, la forme de la fossette redevient en V. Finalement au stade adulte, la fossette prend de nouveau la forme d'U allongé. Nous avons une section qui correspond au stade de 24 à 28 septa et dont la forme de la fossette est nettement celle d'un V. Une section, immédiatement au-dessous du calice, d'un exemplaire provenant d'Akacha présente une fossette typique en U allongé ; mais les échantillons d'Oum-Touaba ont une fossette élargie un peu vers le centre, ce qui correspond vraisemblablement à la variété *derbiensis* de Lewis (pl. XXIII, fig. 5).

Gisements. — Akacha et Oum-Touaba ; Viséen.

Répartition verticale. — L'espèce est caractéristique du Viséen (C_2-D).

Zaphrentis Omaliusi M.-Edwards et Haime.

1851. *Zaphrentis Omaliusi* M.-Edwards et Haime, Polyp. foss. Terr. Pal., p. 337, pl. V, fig. 3, 3 *a*.
1908. *Zaphrentis Omaliusi* Carruthers, *Geol. Mag.*, n. s., déc. V, vol. V, p. 25, pl. IV, fig. 1-4.

Forme caractérisée par la courbure des septa majeurs, avec concavité tournée vers la fossette cardinale, par la fusion de ses septa en une masse dense dans la zone centrale et le développement de la fossette opposée.

Gisement. — Oued Oum-el-Assel ; Viséen.

Répartition verticale. — Cette espèce est commune dans le Tournaisien ; elle existe cependant aussi dans le Viséen et monte jusque dans le Millestone Grit (Namurien).

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

Zaphrentis crassisepta sp. nov.

(Pl. IX, fig. 5 *a*, *b*, 6 *a*, *b*).

Caractères externes. — Polypier simple, de taille moyenne ; diamètre du calice 22 mm., longueur moyenne 40 mm. L'épithèque, assez épaisse, présente de fines stries longitudinales et des stries annulaires plus distantes. Le calice est profond, les septa y descendent assez brusquement. Parmi ces septa, certains sont fortement épaissis vers le centre. Ces septa épaissis se disposent presque symétriquement des deux côtés de la fossette cardinale, située du côté concave du Polypier. Cette fossette cardinale est assez large ; juste en face d'elle, se présente un septum géant.

Caractères internes. — Dans une coupe transversale, les septa vont tous jusqu'au centre et présentent une courbure convexe vers la fossette cardinale qui, par suite de l'épaississement énorme de ceux-ci est devenue presque invisible. Les septa des cadrans cardinaux sont deux fois plus longs que ceux des cadrans opposés. L'épaississement stéréoplasmique affecte les septa de tous les cadrans et efface presque complètement la lumière intercloisonnaire. Dans la coupe où cet épaississement est moins fort, on peut voir encore une amorce de septa mineurs. L'épithèque est assez épaisse.

Dans la seule coupe verticale que nous avons pu exécuter, les caractères ne sont malheureusement pas très nets, du fait de l'obliquité de cette coupe.

Rapports et différences. — Notre forme se rapproche de *Z. Koninckl* M.-E. et H. [1] par sa grande taille et l'épaississement des septa, mais s'en distingue par la fossette cardinale qui est ici peu marquée sur une coupe horizontale, et par l'absence des septa mineurs relativement développés dans *Z. Koninckl*. D'autre part, la courbure des septa convexe vers la fossette cardinale rapproche notre forme de *Z. Delanouei* M.-E. et H. [2] ; mais la nouvelle espèce s'en différencie par la forme de la fossette cardinale et par le fort épaississement des septa.

Gisement. — Tala ; Viséen.

1. Carruthers. *Geol. Mag.*, n. s., Dec. V, vol. V, 1908, p. 67, pl. V, fig. 1-4.
2. Carruthers. *Op. cit.*, p. 63, pl. V, fig. 5-7.

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

Zaphrentis cf. *disjuncta* Carruthers.

(Pl. IX, fig. 7).

1910. *Zaphrentis disjuncta* Carruthers, *Q.J.G.S.*, vol. LXVI, p. 534, pl. XXXVII, fig. 8 *a*-8 *d*.

Les exemplaires que nous rapportons à *Z. disjuncta*, correspondent à la description de Carruthers par le caractère de ses septa majeurs qui n'atteignent plus le centre et deviennent amplexoïdes et par son septum cardinal qui est très court ; mais ils en diffèrent par l'épaississement stéréoplasmique des septa des cadrans cardinaux et par l'absence de renflements à l'extrémité interne des septa des cadrans opposés. Ajoutons que nos exemplaires sont un peu plus grands : ils mesurent 3 cm. en longueur et 1 cm. 7 en largeur et possèdent 30 septa majeurs pour ce diamètre de calice.

Gisement. — Mazzer ; Viséen.

Répartition verticale. — *Z. disjuncta* apparaît dès le « Lower Limestone Group » d'Écosse, mais ne devient abondante que dans le « Upper Limestone Group » ; elle monte même jusqu'au Millstone Grit (Namurien).

Zaphrentis sp.

(Pl. IX, fig. 8-12).

Nous possédons une série de fragments d'un *Zaphrentis* de petite taille, remarquable : 1° par la tendance de ses septa à se grouper en faisceaux, 2° par son contre-septum géant, 3° par un fort épaississement stéréoplasmique des septa qui aboutit parfois à la constitution au centre d'une masse compacte semi-lunaire (pl. IX, fig. 10). L'état fragmentaire des échantillons ne nous permet pas d'en faire une étude détaillée. Il semble toutefois qu'il s'agisse d'une forme nouvelle.

Gisement. — Mazzer ; Viséen.

Caninia cylindrica Scouler emend. Salée.

1844. *Siphonophyllia cylindrica* Scouler *in* Mc Coy, Synopsis, p. 187.
1910. *Caninia cylindrica* Salée, Le genre *Caninia*, p. 27, pl. II à V.

Une vingtaine d'exemplaires de grandes dimensions provenant de Tala correspondent à la description détaillée de Salée. Ils sont souvent tordus et même brisés en travers. Sur les cassures et surtout sur les sections verticales se distinguent nette-

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

ment les planchers ; ceux-ci sont assez espacés et horizontaux avec une inclinaison beaucoup plus brusque du côté de la fossette cardinale, formant ainsi une série d'emboîtements. En coupe horizontale apparaît une zone vésiculaire extraseptale caractéristique.

Gisement. — Tala ; Viséen.

Répartition verticale. — *Caninia cylindrica* typique n'est abondante qu'à partir du Tournaisien supérieur, elle persiste jusqu'au Viséen inférieur. Mais dans le Viséen le plus élevé, elle est remplacée par des formes voisines appartenant à des espèces différentes (*C. Juddi* Thom. [1] et *C. Samsonensis* Salée [2], *C. benburbensis* Lewis [3]).

Caninia concavea Thom. emend. Lewis.

1893. *Campophyllum subclavatum* Thom., *Proc. Roy. Irish Acad.*, sér. 3, vol. 2, p. 739, pl. XXI, fig. 8, 8*a*.
1931. *Caninia concavea* Lewis, *Ann. Mag. Nat. Hist.*, sér. X, vol. VII, p. 237, pl. VIII, fig. 4*a*-4*c*.

Les septa n'atteignent pas le centre où subsiste une large zone tabulaire ; la zone phériphérique remplie par de très fines vésicules et la fossette peu marquée nous ont fait penser dès l'abord que notre fossile puisse bien entrer dans le genre *Campophyllum* Thomson. En coupe longitudinale les planchers sont très rapprochés, presque horizontaux, seulement recourbés un peu vers les deux extrémités où ils se forment, quelques larges vésicules avec leurs convexités tournées vers le haut et vers l'extérieur. La zone périphérique est large, composée par des vésicules plus petites tournées vers le haut et vers l'intérieur. Par ces caractères, notre Polypier se rapproche de *C. subclavatum* Thom.

Mais à la suite de la révision récente du genre *Campophyllum* Thomson entrepris par Lewis, où cet auteur a groupé environ 20 espèces (en particulier *C. subclavatum*) en une seule, *Caninia concavea*, nous pensons que c'est à cette dernière que notre échantillon doit être rapporté. Lewis signale d'ailleurs la grande variabilité dans le rapport du nombre des septa majeurs au diamètre de la région intrathécale. Pour un diamètre de 15 mm. notre fossile possède une cinquantaine de septa majeurs, ce qui correspond exactement au *C. subclavatum* dans le diagramme donné par Lewis.

1. Lewis. *Q.J.G.S.*, vol. LXXX, 1924, p. 398.
2. Salée. *Bull. Soc. Belg. Géol.*, etc., vol. XXVI, 1912, p. 48.
3. Lewis. *Sc. Proc. Roy. Dublin Soc.*, vol. XVIII, n. s., n° 30, 1927, p. 378.

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

Gisement. — Oued Oum-el-Assel ; Viséen.

Répartition verticale. — L'espèce de Lewis se trouve dans la sous-zone D_2-D_3.

Caninia Delepinei sp. nov.

(Pl. IX, fig. 13 *a*, *b*).

Caractères externes. — Grand Polypier de 40 mm. de diamètre, dont la longueur est inconnue, car nous n'en possédons qu'un fragment. L'épithèque, mince, présente de nombreuses et fines stries annulaires, distantes les unes des autres d'un millimètre environ. La striation longitudinale est peu apparente. Mais le plus souvent l'épithèque est enlevée et laisse apparaître le tissu vésiculeux. Les bourrelets d'accroissement sont nombreux avec des constrictions circulaires bien marquées. Le calice n'est pas connu.

Caractères internes. — A) *En coupe horizontale*, trois zones sont distinctes (pl. IX, fig. 13 *a*).

1° Une zone périphérique, large de 10 mm., soit un quart de diamètre total. Elle est très vésiculeuse du fait que les deux sortes de septa sont longs, grêles, un peu flexueux et atteignent l'épithèque qui est très mince. Les septa mineurs vont jusqu'à la limite de la zone périphérique et de la zone moyenne, mais sans dépasser celle-ci. Les dissépiments sont nombreux et délimitent de petites vésicules, surtout vers la partie interne de cette zone. Cependant, par endroits, se présentent quelques vésicules plus grandes qui interrompent certains septa mineurs.

2° La zone moyenne est moins large que la précédente (à peu près 6 mm.). Les septa majeurs sont fortement épaissis par du stéréoplasme étalé en lame sur chacune des deux faces. Ces septa se continuent jusqu'au centre, mais en s'atténuant beaucoup, et deviennent effilés. L'épaississement des septa est plus accentué dans les cadrans cardinaux que dans les cadrans opposés.

La fossette cardinale, large, fait saillie dans la zone périphérique. La contre-fossette est visible, mais moins nette. La zone moyenne est séparée de la zone vésiculaire par une ligne de vésicules plus serrées, tandis que sa séparation avec la zone centrale est mal délimitée.

3° Dans la zone centrale tous les septa majeurs vont jusqu'au centre ; malheureusement dans notre coupe, un peu oblique, les intersections des planchers masquent l'aspect général. Néanmoins on peut nettement suivre les extrémités de ces septa.

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

Ceux qui avoisinent la fossette cardinale ont leurs extrémités distales s'incurvant pour converger vers un point situé sur l'axe de symétrie du côté de la fossette. Sur notre coupe, la fossette semble être fermée par ces septa, mais ce n'est là qu'une fausse apparence puisqu'on voit même le septum cardinal qui les traverse nettement. Elle est donc du type ouvert.

B) *En coupe verticale* (pl. IX, fig. 13 *b*) la zone périphérique, large, est composée de vésicules de différentes grandeurs, disposées obliquement vers le haut et vers l'intérieur. A la limite interne de cette zone, les vésicules sont plus petites et se disposent presque verticalement. Elles sont séparées de la zone moyenne par la muraille interne, celle-ci n'est distincte que d'un seul côté sur notre coupe. Les planchers de la zone centrale sont horizontaux, très rapprochés les uns des autres, et descendent brusquement de chaque côté dans la région des fossettes de la zone moyenne.

Rapports et différences. — Salée[1] a décrit, dans son ouvrage devenu classique, la phylogénie du genre *Caninia*, il indique que ce genre comprend toute une série d'espèces qui vont depuis *C. cornucopiae* M.-E. H. jusqu'à *C. patula* var. *densa* Salée et qui constituent autant de stades évolutifs entre *Zaphrentis* Rafin et *Cyathophyllum* Goldfuss. *C. patula* var. *densa* est donc pour lui la dernière forme de l'évolution du genre *Caninia*. Notre espèce, par ses septa plus nombreux, sa zone dissépimentale plus étendue et sa symétrie radiaire plus accusée, marque un stade encore plus avancé que *C. patula* var. *densa*.

Dutertre[2] a signalé dans le Boulonnais une forme évoluée de la mutation *densa* qu'il appelle mutation *densissima*, analogue à celle qu'on a trouvée en Angleterre dans le niveau S_2 et que A. Salée désigne provisoirement sous le nom de mutation S_2[3]. Cependant *C. Delepinei* diffère encore de cette forme déjà très évoluée par un nombre de septa plus élevé dans un calice plus petit.

C. patula var. *densissima* Dutertre n'a qu'une cinquantaine de septa majeurs dans des calices de 70 et 50 mm. ; notre forme, au contraire, possède 84 septa majeurs dans un calice de 42 mm. et en diffère aussi par le fort épaississement stéréoplasmique de tous les septa majeurs dans la zone moyenne. Ces caractères suffisent

1. Salée. Le genre *Caninia*, 1910, p. 50.
2. Dutertre. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LIV, 1929, p. 120, pl. VII, fig. 9.
3. Voir aussi la même forme signalée dans les couches S_2 de Belgique. Delépine. Recherches sur le Calcaire carbonifère de la Belgique, 1911, p. 87, pl. XIV, fig. 10.

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

pour distinguer de toutes les autres notre espèce, qui provient d'un niveau plus élevé.

H. P. Lewis[1] a décrit une forme qui se rapproche de la nôtre par l'épaississement des septa majeurs dans la zone moyenne et il la compare à *C. patula*. Mais notre forme se distingue de celle de Lewis par la longueur relative de ses septa mineurs et par un nombre plus élevé de septa majeurs pour le même diamètre du calice. L'espèce de Lewis peut être également considérée comme évoluée ; son niveau exact n'est malheureusement pas connu.

Dans un niveau aussi élevé que le gisement de Tazoult (D), M. Parson[2] a trouvé un Polypier que Vaughan a considéré comme une forme tardive dérivée du groupe de *C. patula*. Mais ici les septa sont très peu nombreux et la zone dissépimentale peu développée.

Ajoutons enfin que Lewis[3] en 1929 a créé un nouveau genre. *Caninophyllum* pour le groupe de *C. patula*, avec *Cyatophyllum Archiaci* comme génotype. Cette idée de séparer *C. patula* des autres *Caninia* a été d'ailleurs suggérée par A. Vaughan[4] en 1911. Notre espèce peut bien entrer dans ce nouveau genre, mais en vue de montrer les stades d'évolution de *Caninia*, nous préférons la laisser encore dans le genre de Michelin.

Gisement. — Tazoult ; Viséen supérieur.

Répartition verticale. — Nos autres fossiles de Tazoult sont tous du Viséen supérieur correspondant à la sous-zone D. Comme les autres mutations évoluées de *C. patula* sont localisées au niveau S, notre espèce fait une suite naturelle à ces formes tant au point de vue de la stratigraphie que de la phylogénie.

Cyathophyllum* (*Palaeosmilia*) *Murchisoni M.-Edwards et Haime.

(Pl. IX, fig. 14).

1848. *Palaeosmila Murchisoni* M.-Edwards et Haime, *Ann. Sc. Nat.*, 3e ser. vol. X, p. 261.

1930. *Cyathophyllum* (*Palaeosmilia*) *Murchisoni* Delépine, *Mém. Soc. Linn. Normandie*, n. s., géol., t. I, fasc. 1, p. 33, pl. III, fig. 5*a*, 5*b*.

Les septa majeurs allant jusqu'au centre, l'absence de columelle et le tissu visiculeux extrêmement développé et fin nous autorisent à ranger ces formes dans *C. Murchisoni*.

1. Lewis. *Sc. Proc. Roy. Dublin Soc.*, vol. XVIII, n. s., n° 30, 1927, p. 380, pl. XVI, fig. 4*a* et 4*b*.
2. Parson. *Q. J. G. S.*, vol. LXXIII, 1917, p. 107, pl. X, fig. 6, text. fig. 4.
3. Lewis. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, ser. X, vol. III, 1929, p. 456.
4. Vaughan. *Q. J. G. S.*, vol. LXVII, 1911, p. 375.

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

GISEMENTS. — Dj. Ouarkziz et Oum-Touaba ; Viséen supérieur.

RÉPARTITION VERTICALE. — Cette espèce est connue dès le Viséen inférieur, mais subsiste au Viséen supérieur.

Cyathophyllum (*Palaeosmilia*) *regium* PHILLIPS.

1836. *Cyathophyllum regium* PHILLIPS, Geol. of Yorksh., t. II. p. 201, pl. II, fig. 25, 26.
1933. *Cyathophyllum regium* CHARLES, *Mém. Soc. Géol. Belg.*, p. 131, pl. V, fig. 30, 31.

Cette espèce diffère de la précédente par sa forme courte et évasée.

GISEMENTS. — Igli, Oum-Touaba, Arlal et Oued Guir. Les échantillons des deux derniers gisements sont très grands ; le diamètre de leurs calices dépasse 50 mm., tandis que, parmi celles d'Oum-Touaba, un exemplaire n'a que 18 mm. Nous rapprochons en outre de l'espèce de Phillips, un fragment de Polypier provenant de Chebbi. Tous ces gisements sont du Viséen supérieur.

RÉPARTITION VERTICALE. — D'après A. Vaughan [1] cette espèce est localisée dans la sous-zone D_2. Fl. Charles [2] l'a rencontrée dans les couches de Kokak-Sou (Asie Mineure), assimilables à la sous-zone D_1.

Cyathophyllum (*Palaeosmilia*) *Ressoti* [3] sp. nov.

(Pl. IX, fig. 15*a*, *b*, 16).

CARACTÈRES EXTERNES. — Polypier simple cylindrique, un peu recourbé à la pointe. L'épithèque est mince et porte des stries longitudinales. Pas de stries annulaires, ni de bourrelets d'accroissement. Le calice est inconnu. L'échantillon mesure 6 cm. de longueur et 28 mm. de diamètre avec 73 septa majeurs.

CARACTÈRES INTERNES. — A) *En coupe horizontale* (pl. IX, fig. 15*a*, *b*), on constate que les septa majeurs vont presque tous jusqu'au centre où ils se tordent un peu et laissent seulement une petite place vide. Les septa mineurs sont courts, ils traversent à peine 3 ou 5 rangées de vésicules à la partie la plus externe de la coupe. Les dissépiments qui relient les septa entre eux sont très nombreux et arrivent près du centre ; ils forment des mailles rectangulaires disposées en séries régulières. La fossette cardi-

1. VAUGHAN. *Q. J. G. S.*, vol. LXI, 1905, p. 276.
2. Fl. CHARLES, *op. cit.*, p. 132.
3. Cette espèce est dédiée au regretté capitaine Ressot.

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

dinale est visible avec un septum plus grêle qui la traverse complètement.

B) *En coupe verticale*, les trois zones apparaissent nettement délimitées (pl. IX, fig. 16) :

1° La zone périphérique, très peu large, est formée de 3 ou 4 rangées de petites vésicules disposées presque verticalement avec convexité tournée vers l'intérieur. Sur notre coupe cette zone a en grande partie disparu, sauf vers la partie supérieure où elle est très nette.

2° La zone moyenne est presque aussi large que la zone centrale. Elle est constituée de vésicules plus grosses se disposant à peu près horizontalement avec convexité tournée vers le haut et vers l'extérieur. Il y a 5 ou 6 séries de vésicules.

3° La zone centrale est également formée de vésicules en rangées, presques horizontales, comme dans la zone moyenne; mais ces vésicules sont plutôt concaves vers le haut. Par endroits toutefois ne se présentent que des planchers horizontaux légèrement concaves vers le haut. Cette juxtaposition du tissu vésiculeux et des planchers a été déjà mentionnée par M. G. Delépine [1] dans le *C. Murchisoni* pour justifier la séparation de *C. Stutchburgi* Vaughan [2].

Rapports et différences. — Par la continuité des septa majeurs jusqu'au centre, la présence de dissépiments même dans la zone centrale, la présence d'une fossette faiblement indiquée et l'absence de columelle, notre forme est nettement un *Cyathophyllum*. Cependant il diffère de *C. Murchisoni* M.-E. H. [3] par le faible développement des septa mineurs et la zone périphérique vésiculeuse. Il s'éloigne de *C. regium* Phillips [4] par sa forme cylindrique allongée.

Gisement. — Oum-Touaba ; Viséen.

Cyathophyllum (*Palaeosmilia*) sp.

Nous possédons quelques Polypiers provenant de Tala, de Mazzer, de Talzaza et du Dj. Béchar que leurs septa, longs et très fins, allant jusqu'au centre, nous permettent de ranger dans le genre *Cyathophyllum* (*Palaeosmilia*).

1. Delépine. *Mém. Soc. Linn. Normandie*, n. s., géol., t. I, fasc. 2, 1930, p. 33.
2. Vaughan. *Q. J. G. S.*, vol. LXI, 1905, p. 274.
3. M.-Edwards et Haime *Ann. Sc. Nat.*, 3e sér., vol. X, 1848, p. 261.
4. Phillips. Geol. of Yorksh. II, 1836, p. 201.

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

Lophophyllum interruptum Thom. et Nich.

(Pl. X, fig. 1 a, *b*, *c*, 2).

1876. *Koninckophyllum interruptum* Nich. et Thom., *Proc. Phil. Soc. Glasgow*, p. 3, pl. I, fig. 3, 3A (du tiré à part).

Cette espèce est caractérisée par une columelle discontinue, qui, en coupes horizontales, peut être visible ou non. En coupe verticale, sa discontinuité s'observe encore mieux : là où la columelle existe, les planchers sont relevés vers le haut autour d'elle. Mais quand elle est absente, ils sont plutôt horizontaux et traversent toute la région centrale.

Gisements. — Plusieurs échantillons proviennent d'Oum-Touaba et du Dj. Mezarif ; Viséen.

Répartition verticale. — Les spécimens figurés par Thomson et Nicholson proviennent de Lower Limestone (Viséen) d'Écosse. D'après A. Vaughan [1] ces formes très évoluées n'apparaissent pas avant la sous-zone D_2.

Lophophyllum sp.

Nous possédons quelques sections de Polypiers dans les roches du Dj. Antar, du Dj. Mezarif de l'Oued Guir, de Mazzer et d'Akacha ; on y voit la columelle dans le prolongement du contre septum. Nous les rapportons provisoirement au genre *Lophophyllum*.

Clisiophyllum sp.

La conservation des Clisiophyllidés provenant de l'Oued Guir est médiocre, mais la zone centrale en toile d'araignée caractéristique est visible. Nous possédons aussi un fragment de roche du Dj. Béchar sur laquelle se présentent deux sections de *Clisiophyllum*, mais l'espèce est indéterminable.

Nous avons aussi des Clisiophyllidés provenant de Tala et du Dj. Horreit, qui présentent le calice caractéristique de ce groupe. Mais les coupes horizontales ne nous ont pas donné d'autres détails.

Dibunophyllum Muirheadi Thom. et Nich.

(Pl. X, fig. 3).

1876. *Dibunophyllum Muirheadi* Thomson et Nicholson, *Ann. Mag. Nat. Hist.*, ser. 4, vol. XVII, pl. XXIV, fig. 3 ; pl. XXV, fig. 4, 5.
1930. *Dibunophyllum Muirheadi* Lewis, *Q. J. G. S.*, vol. LXXXVI, p. 272, pl. XXII, fig. 3.

Les exemplaires que nous rapportons à *D. Muirheadi* corres-

1. Vaughan. *Q. J. G. S.*, vol. LXIV, 1908, p. 461. (*Koninckophyllum interruptum.*)

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

pondent à la figure 4 de la planche XXV de l'ouvrage de Thomson et Nicholson. Ils ont une large zone vésiculaire périphérique et leurs nombreuses vésicules se disposent irrégulièrement. Pour un diamètre de calice de 32 mm. on compte 50-55 septa majeurs.

Gisements. — Les formes les plus caractéristiques proviennent du Dj. Ouarkziz. Les exemplaires de Tazoult peuvent être rapportés seulement au groupe de *D. Muirheadi*, étant donné l'état fragmentaire de ces échantillons. Ceux d'Oum-Touaba ont une dimension plus petite 20 mm. avec 48 septa majeurs), ils doivent représenter un stade plus jeune comme l'indique Lewis (pl. XXII, fig. 6 *a* et 6 *b*). Les trois gisements sont du Viséen supérieur.

Répartition verticale. — Cette espèce occupe en Angleterre la sous-zone D_2 (partie supérieure du Viséen).

Dibunophyllum cf. *derbiense* Sibly.

(Pl. X, fig. 4).

1908. *Dibunophyllum derbiense* Sibly, *Q. J. G. S.*, vol. LXIV, p. 75, pl. I, fig. 1.

Nous rapportons cette forme à l'espèce de Sibly uniquement parce qu'elle possède une plaque centrale épaissie et flexueuse. Elle s'en distingue cependant par les traits suivants : une zone périphérique moins large, et des lamelles radiaires moins irrégulières. Les spécimens du Derbyshire atteignent 30 mm. avec 72 septa majeurs, tandis que notre exemplaire est sensiblement plus petit (20 mm. du calice avec une quarantaine de septa majeurs). Il est possible qu'il s'agisse ici d'une espèce nouvelle. Mais le manque de matériaux ne nous permet pas d'en faire une description complète.

Gisement. — Oum-Touaba ; Viséen.

Répartition verticale. — Les spécimens de Sibly proviennent de la sous-zone à *Lonsdaleia* (D_2) du Midland. A. Salée [1] a signalé aussi sa présence dans le calcaire de Visé (Viséen supérieur).

Dibunophyllum sp.

(Pl. X, fig. 5).

Nous rapportons au genre *Dibunophyllum* plusieurs fragments de Polypier qui montrent en section transversale : 1° une zone périphérique étroite avec des vésicules disposées régulièrement,

1. Salée. Le groupe des Clisiophyllidés, 1913, p. 251.

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

2° une zone moyenne, séparée de la précédente, par une muraille interne stéréoplasmique et à septa fortement épaissis, 3° une zone centrale avec une plaque médiane épaisse. Outre la fossette cardinale bien marquée, on distingue nettement les deux fossettes latérales. En coupe longitudinale, on observe une columelle filiforme caractéristique.

Gisement. — Tazoult; Viséen.

Rhodophyllum tazoultense sp. nov.

(Pl. X, fig. 7 *a*, *b*, *c*, *d*).

Caractères externes. — Polypier simple, cylindrique, recourbé légèrement à l'extrémité. Diamètre du calice 30 mm. avec 60 septa majeurs. Longueur du Polypier 70 mm. Le calice présente au centre une bosse en forme de dôme dont la surface est ornée de rides spiralées plus ou moins tordues. L'épithèque, mince, montre de fines stries annulaires et des bourrelets d'accroissement. Le plus souvent cette épithèque est enlevée (phénomène commun à tous les échantillons recueillis à Tazoult) et laisse apparaître les septa et le tissu vésiculeux.

Caractères internes. — *A*) *Coupes horizontales* (pl. X, fig. 7 *a*, *b*). Sur deux sections faites à la partie supérieure du Polypier et à environ 15 mm. de distance, on peut distinguer les trois zones. La zone périphérique montre des amorces de septa mineurs. La zone moyenne est séparée de la précédente, par un anneau de vésicules très serrées; la fossette cardinale, bien visible, y est marquée par un septum cardinal court. La zone centrale, dans la coupe inférieure, présente encore une plaque médiane assez nette, tandis que, dans la coupe supérieure, la symétrie bilatérale fait place à la symétrie radiaire. Les lamelles radiaires de la zone centrale se disposent d'une façon tout à fait particulière : elles se contournent en spirales irrégulières autour d'un centre imaginaire. Les lamelles tangentielles ne sont présentes qu'à la partie la plus externe de cette zone.

B) *Coupe verticale.* — On y distingue aussi trois zones (pl. X, fig. 7 *d*). Dans la zone périphérique, les vésicules sont disposées presque verticalement avec convexité tournée vers le haut et vers l'intérieur. Dans la zone moyenne les planchers se disposent presque horizontalement, un peu relevés vers la zone centrale. Il y a 2 ou 3 rangées de vésicules sur toute la largeur de la zone. La zone centrale est caractérisée par plusieurs lignes columellaires, au lieu d'une seule comme dans le genre *Dibunophyllum*. Les planchers y sont également horizontaux,

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

mais plus serrés que dans la zone moyenne. Ils sont plutôt concaves vers le haut.

Remarques. — Nos fossiles, par les caractères de la zone centrale, rentrent dans le genre *Rhodophyllum* THOMSON [1] ; mais ils se différencient de *R. Phillipsianum* THOM. [2] et *R. Craigianum* THOM. [3] par un nombre beaucoup moins élevé de dissépiments dans la zone périphérique et une contorsion moindre des lamelles radiaires dans la zone centrale. Ils s'éloignent de *R. Slimoniamum* THOM. [4] par un nombre plus grand de septa et par leur épaississement stéréoplasmique plus atténué. Enfin *R. distans* GARWOOD [5] et *R. simplex* THOM. [6] sont des formes beaucoup plus simples ; pour le même diamètre du calice, *R. distans* n'a que 40 septa majeurs.

GISEMENT. — Tazoult ; Viséen.

RÉPARTITION VERTICALE. — Les espèces de Thomson proviennent toutes de la partie inférieure du calcaire carbonifère d'Ecosse qui est déjà du Viséen élevé. L'espèce de Garwood est de D_2.

Aulophyllum fungites FLEMING.

(Pl. X, fig. 6*a*, *b*, *c*).

1828. *Turbinolia fungites* FLEMING, A Hist. of Brit. Anim., p. 510.
1913. *Aulophyllum fungites* SMITH, *Q. J. G. S.*, vol. LXIX, pp. 51-77, pl. V-IX.

Nos formes correspondent à la révision détaillée du genre *Aulophyllum* par St. Smith. La zone centrale caractéristique est formée par de nombreuses lamelles tangentielles et radiaires disposées le plus souvent irrégulièrement. Mais les exemplaires provenant d'Oum-Touaba ont leurs éléments disposés radiairement autour d'un centre imaginaire ; ils correspondent par ce caractère au type radiaire de St. Smith. L'épaississement des septa dans la zone moyenne est limité, dans ces mêmes exemplaires, aux cadrans cardinaux ; il en est de même dans les échantillons de Haci Arlal. Les formes de Dj. Ouarkziz ont une zone centrale à structure moins serrée ; de même l'épaississement des septa est moindre, mais le stéréoplasme est uniformément réparti dans tous les cadrans. L'unique exemplaire de l'Oued Oum-el-Assel montre un maximum d'épaississement stéréoplasmique ;

1. THOMSON. *Geol. Mag.*, déc. 2, vol. I, 1874, p. 556.
2. THOMSON. *Op. cit.*, p. 559, pl. XX, fig. 4.
3. THOMSON. *Op. cit.*, p. 557, pl. XX, fig. 1, 1*a*.
4. THOMSON. *Op. cit.*, p. 558, pl. XX, fig. 2.
5. GARWOOD. *Q. J. G. S.*, vol. LXXX, 1924, p. 261, pl. XVII, fig. 4 *a*, 4 *b*.
6. THOMSON. *Op. cit.*, p. 556, pl. XX, fig. 3, 3 *a*.

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

celui-ci efface presque toute la lumière intercloisonnaire des cadrans cardinaux où il s'est localisé.

GISEMENTS. — Oum-Touaba (calice bien conservé avec une cupule caractéristique au milieu de la proéminence), Dj. Ouarkziz, Oued Oum-el-Assel et Haci Arlal ; Viséen supérieur.

RÉPARTITION VERTICALE. — Cette espèce est cantonnée dans la partie supérieure du Viséen (D^2).

Carcinophyllum cf. *Welchi* RYDER.

(Pl. X, fig. 8).

1930. *Carcinophyllum Welchi* RYDER, *Ann. Mag. Nat. Hist.*, ser. X, vol. V, p. 345, text-fig. 3.

Nous rapportons un fragment de Polypier, malheureusement trop altéré, à *Carcinophyllum Welchi* RYDER. En effet, la construction de la zone centrale est tout à fait caractéristique ; elle se compose de trois zones : la partie la plus interne est occupée par une columelle épaissie par du stéréoplasme, la partie moyenne est formée par de nombreuses lamelles radiaires et tangentielles, très épaissies et très rapprochées les unes des autres, donnant ainsi quelques rangées de vésicules serrées. Enfin la partie la plus externe présente, comme dans les autres Clisiophyllidés, un réseau régulier composé de lamelles radiaires et tangentielles.

GISEMENT. — Tazoult ; Viséen supérieur.

RÉPARTITION VERTICALE. — *C. Welchi* est connue dans la sous-zone S. Nos autres fossiles du Tazoult sont du Viséen supérieur (D).

Carcinophyllum (?) sp.

(Pl. X, fig. 9-11).

Nous rapportons plusieurs échantillons au genre *Carcinophyllum*, mais leur zone centrale a une structure extrêmement simple. Les éléments constructifs y dessinent vaguement la forme d'une croix au centre, entourée extérieurement par un losange.

Parmi les Polypiers qui présentent une structure aussi simple de la zone centrale, nous connaissons surtout des formes coloniales comme *Lonsdaleia annulata* LONSDALE [1], *Corwenia rugosa* MC COY emend. SMITH et RYDER [2], et *Nemistium Edmondi* SMITH [3].

1. LONSDALE. *Descrip. Pal. Corals of Russia*. Geol. of Russia, etc., vol. I, 1845, p. 599, pl. A, fig. 5, 5 *a*.
2. SMITH et RYDER. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, ser. 9, vol. XVII, 1926, p. 150, pl. V, fig. 1-5.
3. SMITH. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, ser. 10, vol. I, 1928, p. 112.

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

Parmi les espèces de *Carcinophyllum*, c'est *C. simplex* GARWOOD [1] qui se rapproche le plus de notre forme, mais cette espèce a déjà une structure plus évoluée que la nôtre.

GISEMENT. — Oued Oum-el-Assel ; Viséen.

Carcinophyllum sp.

L'état fragmentaire de nos échantillons ne nous a pas permis de déterminer l'espèce, mais leur columelle est nettement celle de *Carcinophyllum*.

GISEMENTS. — Talzaza et Dj. Antar ; Viséen.

Lithostrotion Martini M.-EDWARDS et HAIME.

1853. *Lithostrotion Martini* M.-EDWARDS et HAIME, Brit. foss. Corals, p. 197, pl. XL, fig. 2.
1930. *Lithostrotion Martini* DELÉPINE, *Mém. Soc. Linn. Normandie*, n. s., Géol., t. I, fasc. 2, p. 34, pl. III, fig. 12 *a*, 12 *b*.

Polypier fasciculé dont les polypiérites ont des calices de 8-10 mm. de diamètre. Il est caractérisé par une columelle filiforme, un tissu vésiculeux bien développé dans la zone externe et surtout par la forme très peu bombée, presque aplatie des planchers.

GISEMENTS. — Dj. Mézarif et Dj. Béchar ; Viséen.

RÉPARTITION VERTICALE. — Cette espèce est caractéristique de la partie moyenne du Viséen (S_2) H. P. Lewis [2] a signalé une variété *densa* qui monte jusqu'au D_1.

Lithostrotion irregulare PHILLIPS.

1836. *Lithostrotion irregulare* PHILLIPS, Geol. of Yorksh, pt. II, p. 202, pl. II, fig. 14, 15.
1930. *Lithostrotion irregulare* DELÉPINE, *Mém. Soc. Linn. Normandie*, n. s., Géol., t. I, fasc. 2, p. 34, pl. III, fig. 13.

Cette forme diffère de l'espèce précédente par un diamètre plus petit du calice : il est ordinairement de 5 mm. En coupe longitudinale les planchers sont plutôt coniques au lieu d'être horizontaux comme dans *L. Martini*.

GISEMENTS. — Cette espèce est très commune dans les calcaires viséens du Sahara occidental. Nous en avons des exemplaires

1. GARWOOD. *Q. J. G. S.*, vol. LXVIII, 1912, p. 556, pl. XLVIII, fig. 3 et 4.
2. LEWIS. *Q. J. G. S.*, vol. LXXXVI, 1930, p. 274.

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

provenant de Dj. Ouarkziz, Oum-Touaba, Akacha, Dj. Mézarif, Tala, et Haci Mighimine.

RÉPARTITION VERTICALE. — *L. irregulare* est caractéristique du Viséen.

Lithostrotion minus Mc Coy.

1849. *Nematophyllum minus* Mc Coy, *Ann. Mag. Nat. Hist.*, sér. 2, vol. III, p. 17.
1909. *Nematophyllum* (*Lithostrotion*) *minus* Douglas, *Q.J.G.S.*, vol. LXV, p. 580, pl. XXVII, fig. 1, 2 *a*, 2 *b*.

Nous rapportons cette forme à l'espèce de Mc Coy revisée par Douglas. Elle est caractérisée par le fort relèvement des planchers de la zone moyenne, formant des vésicules dont la convexité est dirigée vers le haut et vers l'extérieur. Il y a 2 ou 3 rangées de vésicules dans cette zone.

GISEMENT. — Igli; Viséen.

RÉPARTITION VERTICALE. — Douglas considère cette forme comme occupant un niveau bien défini vers le sommet de la sous-zone S_2 du County Clare. Garwood[1] l'utilise même pour établir, dans le NW de l'Angleterre, la sous-zone « g » qui est assimilable à la partie supérieure de S_2.

Lithostrotion sp.

Nous possédons plusieurs échantillons de *Lithostrotion* dans un état de conservation trop imparfait pour permettre la détermination spécifique. Cependant du fait que les polypiérites sont astraeiformes, ils doivent entrer dans le groupe de *Nematophyllum*.

GISEMENTS. — Tala, Dj. Béchar et Dj. Mézarif; Viséen.

Diphyphyllum lateseptatum Mc Coy.

1849. *Diphyphyllum lateseptatum* Mc Coy, *Ann. Mag. Nat. Hist.*, ser. 2, vol. III, p. 8.
1855. *Diphyphyllum lateseptatum* Mc Coy, Brit. Palaeoz. Fossils, p. 88, pl. III *c*, fig. 10, 10 *a*, *b*.
1930. *Diphyphyllum lateseptatum* St. Smith, *Ann. Mag. Nat. Hist.*, ser. X, vol. V, p. 181, pl. VII, fig. 1-4.

Polipier fasciculé, ressemblant extérieurement à *Lithostrotion irregulare*, mais dépourvu de columelle. En coupe longitudinale

1. Garwood. *Q.J.G.S.*, vol. LXVIII, 1912, p. 471.

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

on voit une large zone centrale formée de planchers horizontaux droits assez régulièrement espacés. Les septa majeurs, au nombre de 25-27 sur des exemplaires de 6-7 mm. de diamètre, n'atteignent jamais le centre et s'arrêtent en moyenne aux deux tiers du rayon.

GISEMENTS. — Teniet el Aouidja et Haci Ouskir ; Viséen.

RÉPARTITION VERTICALE. — Le type de Mc Coy provient du Viséen des environs de Corwen. Lewis [1] signale une forme plus grande, mais qu'il rapporte à la même espèce, dans le Viséen supérieur (D_1) de Castletown.

Lonsdaleia duplicata (MARTIN) var. *alstonensis* SMITH.

1915. *Lonsdaleia duplicata alstonensis* SMITH, *Q.J.G.S.*, vol. LXXI, p. 241, pl. XVIII, fig. 5-24.

Polypier fasciculé avec une columelle centrale très spéciale possédant une longue plaque médiane épaissie avec nombreuses lamelles radiaires, presque parallèles entre elles et partant des deux côtés de cette plaque. Quelques lamelles tangentielles l'entournent suivant une section plus ou moins ovale. Sur la même colonie se présentent par endroit des individus plus jeunes qui ont le même aspect en section que les formes moins évoluées, telles que *L. praenuntis* SMITH et *L. duplicata* MARTIN. De plus, les sections qui représentent les stades très jeunes (Neantic stages de Smith) ne sont pas rares.

GISEMENT. — Dj. Ouarkziz ; Viséen supérieur.

RÉPARTITION VERTICALE. — D'après St. Smith cette variété se trouve au milieu de la zone à *Dibunophyllum* (D_2). Dans Dj. Ouarkziz elle est associée en effet à *Lithostrotion irregulare* PHIL., *Aulophyllum fungites* FLEM. et *Dibunophyllum Muirheadi* THOM. et NICH. qui sont tous des formes du Viséen supérieur.

1. LEWIS. *Q.J.G.S.*, vol. LXXXVI, 1930, p. 272.

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

LISTE DES ESPÈCES

CYATHAXONIDÉS.

Cyathaxonia rushiana VAUGH. 234
» » » var. *mitrata* var. nov. (pl. IX, fig. 1-4) 235
» sp. 235

ZAPHRENTIDÉS.

Zaphrentis Delanouei M.-E. et H. 235
» *Enniskilleni* M.-E. et H. 236
» *Omaliusi* M.-E. et H. 236
» *crassisepta* sp. nov. (pl. IX, fig. 5*a*, *b*, 6*a*, *b*). 237
» cf. *disjuncta* CARRUTH. (pl. IX, fig. 7) 238
» sp. (pl. IX, fig. 8-12) 238
Caninia cylindrica SCOULER 238
» *concavea* THOMS 239
» *Delepinei* sp. nov. (pl. IX, fig. 13*a*, *b*) 240

CYATHOPHYLLIDÉS.

Cyathophyllum (*Palaeosmilia*) *Murchisoni* M.-E. et H. (pl. IX, fig. 14) 242
» » *regium* PHILL. 243
» » *Ressoti* sp. nov. (pl. IX, fig. 15 *a*, *b*, 16) 243
» » sp. 244
Lophophyllum interruptum TH. et NICH. (pl. X, fig. 1*a*, *b*, *c*, 2) 245
» sp. 245
Clisiophyllum sp. 245
Dibunophyllum Muirheadi TH. et NICH. (pl. X, fig. 3) 245
» cf. *derbiense* SIBLY (pl. X, fig. 4) 246
» sp. (pl. X, fig. 5) 246
Rhodophyllum tazoultense sp. nov. (pl. X, fig. 7*a*, *b*, *c*, *d*). 247
Aulophyllum fungites FLEM. (pl. X, fig. 6*a*, *b*, c) 248
Carcinophyllum cf. *Welchi* RYDER (pl. X, fig. 8) 249
» (?) sp. (pl. X, fig. 9-11) 249
» sp. 250
Lithostrotion Martini M.-E. et H. 250
» *irregulare* PHILL. 250
» (*Nematophyllum*) *minus* MC COY 251
» » sp. 251
Diphyphyllum lateseptatum MC COY 251
Lonsdaleia duplicata MART. var. *alstonensis* SMITH 252

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

BIBLIOGRAPHIE

Cette liste ne comprend que les ouvrages paléontologiques concernant les Polypiers du Carbonifère inférieur.

Angelis d'Ossat (de). — Contribuzione allo studio della fauna fossile paleozoica delle Alpi Carniche. Coralli e Briozoi del Carbonifero. *Atti R. Acc. Lincei*, sér. V, mem. vol. II, p. 242-274, 1897.

Benson and Smith S. — On some Rugose Corals from the Burindi Series (Lower Carboniferous) of New South Wales, together with a short account of the Upper Palaeozoic Rocks of the Area in which they were collected. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. LXXIX, p. 156-171, pl. VIII-IX, 1923.

Carruthers R. G. — A Revision of some Carboniferous Corals. *Geol. Mag.*, n. s., dec. V, vol. V, p. 20-30, 63-74, 158-171, pl. IV-VI, 1908.

— Notes on the Carboniferous Corals collected in Nowaja Semlja by Dr. W. S. Bruce. *Trans. Roy. Soc. Edinb.*, vol. XLVII, p. 148-156, pl. I, 1909.

— On the Evolution of *Zaphrentis delanouei* in Lower Carboniferous Times. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. LXVI, p. 523-538, pl. XXXVI-XXXVII, 1910.

— *Lophophyllum* and *Cyathaxonia* : Revision Notes on two genera of Carboniferous Corals. *Geol. Mag.*, n. s. dec. V, vol. X, p. 49-56, pl. III, 1913.

— A remarkable Carboniferous Coral (*Cryptophyllum*). *Geol. Mag.*, dec. VI, vol. VI, p. 436-441, pl. XI, 1919

Charles Fl. — Contribution à l'étude des terrains paléozoïques de l'Anatolie du Nord-Ouest (Asie Mineure). *Mém. Soc. Géol. Belg.*, p. 115-152, pl. IV-VI, 1933.

Chi Y. S. — Lower Carboniferous Syringoporas of China. *Paleont. Sinica*, ser. B, vol. XII, fasc. 4, 33 p., 7 pl., 1933.

Clark A. E. — On *Heptaphyllum*, a new genus of Carboniferous Coral. *Geol. Mag.*, vol. LXI, p. 416-423, 12 textfig., 1924.

— On *Caenophyllum*, a remarkable new genus of Carboniferous Coral. *Geol. Mag.*, vol. LXIII, p. 85-89, 6 textfig., 1926.

Daguin F. — Étude stratigraphique et paléontologique du Carbonifère de la rive droite de l'Oued Guir (Confins Algéro-Marocains). *Notes et Mém., Serv. Mines et Carte Géol. Maroc*, 1929.

Dana. — United States exploring expedition of Captain Wilkes, Zoophytes, vol. *in-4°* and atlas *in folio*, 1846-1849.

Deheé R. — Description de la Faune d'Etrœungt, faune de passage du Dévonien au Carbonifère. *Mém. Soc. Géol. France*, n. s., n° 11, 1929.

Delépine G. — Recherches sur le Calcaire Carbonifère de la Belgique. *Mém. et Trav. Fac. Cath. Lille*, fasc. VIII, 1911.

— Description d'un Polypier nouveau, *Humboldtia avesnensis nov. sp.*, du Viséen inférieur de Sars-Poteries, *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LIV, p. 104-107, pl. VI, fig. 4-5, 1929.

— La faune du Calcaire de Regnéville et Contribution à l'étude de la faune du Calcaire de Sablé. *Mém. Soc. Linn. Normandie*, n. s., Géol., vol. I, fasc. 1 et 2, 1930.

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

DINGWALL. — On *Cyathoclisia*, a new genus of Carboniferous Coral. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. LXXXII, p. 12-21, pl. I-III, 1926.

DOUGLAS J. A. — The Carboniferous Limestone of County Clare (Ireland). *Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. LXV, p. 538-586, pl. XXVI-XXVII, 1909.

— Geological Sections through the Andes of Peru and Bolivia : II-From the Port of Mollendo to the Inambari River. *Idem*, vol. LXXVI, p. 1-61, pl. I-VI, 1920.

DUNCAN. — On the Genera *Heterophyllia*, *Battersbyia*, *Palaeocyclus* and *Asterosmilia* ; the anatomy of their species and their position in the Classification of the Sclerodermic Zoantharia. *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, t. CLVII, p. 643-656, pl. XXXI-XXXII, 1867.

DUTERTRE A. P. — Étude de quelques Polypiers du Viséen du Boulonnais. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LIV, p. 108-130, pl. VII, 1929.

DYBOWSKI W. N. — Monographie der *Zoantharia sclerodermata rugosa*. *Arch. fur d. Naturk. Liv. Ehst. und Kurlands*, ser. I, vol. V, 1874.

EDWARDS H. M. and HAIME J. — Monographie des Polypiers fossiles des terrains palaeozoïques. *Arch. Mus. Hist. Nat.*, vol. V, 1851.

— A Monograph of the British Fossil Corals. *Palaeont. Soc. London*, 1850-1854.

— Histoire Naturelle des Coralliaires, 3 vol. *in-8°*, Paris, 1857-60.

EICHWALD (D'). — *Lethaeà Rossica* ou la Paléontologie de la Russie décrite et figurée, 3 vol. *in-8°*, avec atlas *in-4°*, 1852-1869.

ETHERIDGE R. and NICHOLSON H. A. — On the Genus *Palaeacis* and the species occuring in British Carboniferous Rocks. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, ser. 5, vol. I, p. 206, 1878.

FRAIPONT J. — Affinités des genres *Favosites*, *Emmonsia*, *Pleurodictyum* et *Michelinia*. *Ann. Soc. Géol. Belgique*, t. XVI, mém. p. 20-32, pl. I, 1888.

GABUNIA C. F. — Contribution à l'étude de la faune de coraux dans les dépôts du Carbonifère inférieur près du village de Roïka sur la Tom. *Bull. Comité Géol. Russie*, succ. p. la Sibérie, t. I, livr. 38, 48 p.. 5 pl., 1920.

GARWOOD E. J. — The Lower Carboniferous Succession in the North-West of England. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. LXVIII, p. 449-586, pl. XLVI-LVI, 1912.

GARWOOD E. J. and GOODYEAR E. — The Lower Carboniferous Succession in the Settle District and along the Line of the Craven Faults. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. LXXX, p. 184-273, pl. X-XXI, 1924.

GEORGE T. N. — The Carboniferous Limestone (Avonian) Succession of a portion of the North Crop of the South Wales Coalfield. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. LXXXIII, p. 38-95, pl. II, 1927.

GIRTY G. H. — New Genera and Species of Carboniferous fossils from the Fayetteville Shale of Arkansas. *Ann. New-York Acad. Sc.*, vol. XX, n° 3, pt. II, p. 189, 1910.

— On the Genera *Cladochonus* and *Monticulipora*, *Journ. of Geol.*, vol. 33, 1925.

GREGORY. — Thomson's Genera of Scottish Carboniferous Corals. *Trans. Geol. Soc. Glasgow*, vol. XVI, p. 220-243, 1917.

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

GRÖBER P. — Essai de comparaison entre les couches du Calcaire Carbonifère de Belgique et celles de l'Angleterre, 1re partie, Tournaisien. *Bull. Soc. Belge Géol. etc.*, t. XXIV, mém. p. 25-48, pl. II-III, 1910.

GROSCH P. — Phylogenetische Korallenstudien (Die Axophylliden). *Zeitsch. Deutsch. Geol. Ges.*, vol. LXI, p. 1-34, pl. I, 1909.

HALL J. and WHITNEY. — Report on the Geological Survey of the State of Jowa, 2 vol. *in-8°*, 1858.

HERITSCH. — Eine *Caninia* aus dem Karbon. *Norges Svalbardog. Ishaws Undersökelser*, Oslo, n° 24, p. 1-21, pl. I-VIII, 1929.

HILL D. — British Terminology for Rugose Corals. *Geol. Mag.*, vol. LXXII, p. 481-519, 21 text-fig., 1935.

HINDE G. J. — Description of new Fossils from the Carboniferous Limestone. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. LII, p. 438-451, pl. XXII-XXIII, 1896.

HUDSON R. G. S. — On the Lower Carboniferous Corals *Orionastraea indivisa sp. nov.* and *Thysanophyllum praedictum sp. nov. Ann. Mag. Nat. Hist.*, ser. 9, vol. 18, p. 144-151, pl. VIII, 1926.

— On the Lower Carboniferous Corals. — The development of *Palaeosmilia fornix sp. nov. Proc. Leeds Phil. Soc.*, vol. I, pl. VI, p. 246-251, pl. I, textfig. 1, 1928.

— On the Lower Carboniferous Corals. *Cravenia rhytoides* and *Cravenia tela gen. et sp. nov. Idem*, p. 252-257, pl. I, textfig. 2. 1928.

— The Age of *Lithostrotion arachnoideum* fauna of the Craven. *Idem*, vol. II, pl. II, p. 95-101, pl. I, 1930.

HUDSON R. G. S. and ANDERSON F. W. — On the Lower Carboniferous Corals *Hettonia fallax gen. et sp. nov. Idem*, vol. I, pt. VII, p. 335-340, pl. I-II, 1928.

HUDSON R. G. S. and PLATT M. I. — On the Lower Carboniferous Corals. The Developement of *Rylstonia benecompacta gen. et sp. nov. Ann. Mag. Nat. Hist.*, ser. 9, vol. 19, p. 39-48, pl. I, 1927.

JOHNSTON. — History of the British Zoophytes, 2e éd., 2 vol. *in-8°*, London, 1847.

KONINCK L. G. (DE). — Nouvelles recherches sur les Animaux fossiles du Terrain carbonifère de la Belgique. Polypiers. *Mém. Acad. Roy. Belg.*, t. XXXIX, 178 p., 15 pl., 1872.

KUNTH. — Beiträge zur Kenntniss fossiler Korallen I. Korallen des Schlesischen Kohlenkalkes. *Zeit. Deut. Geol. Ges.*, t. XXI, p. 183-220, taf. II-III, 1869.

LAMBE L. M. — A revision of the genera and species of Canadian Palaeozoic Corals. The Madreporaria Aporosa and the Madreporia Rugosa. *Contrib. Canad. Palaeont.* (*Geol. Surv. Canada*), vol. IV, pl. II, p. 97-197, pl. VI-XVIII, 1901.

LEWIS H. P. — Upper Viséan Corals of the Genus *Caninia*. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. LXXX, p. 389-407, pl. XXVII-XXX, 1924.

— *Caninia cylindrica* SCOULER and other large *Caninia* from the Carboniferous Times of the stone of Ireland. *Sc. Proc. Roy. Dublin Soc.*, n. s., vol. XVIII, n° 30, p. 373-382, pl. XVI-XVII, 1927.

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

LEWIS H. P. — *Auloclisia*, a new coral genus from the Carboniferous Limestone. *Proc. Yorksh. Geol. Soc.*, vol. XXXI, pt. I, p. 29-46, 1927.

— On the Avonian Coral *Caninophyllum gen. nov.* and *C. Archiaci* M.-E. H. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, ser. X, vol. III, p. 456-468, pl. XI-XII, 1929.

— The Avonian Succession in the South of the Isle of Man. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. LXXXVI, p. 234-290, pl. XX-XXV, 1930.

— On the Carboniferous Coral *Pseudocaninia* (STUCKENBERG) and *P. longisepta sp. nov. Ann. Mag. Nat. Hist.*, ser. X, vol. VII, p. 235-242, pl. VIII, 1931.

— The Upper Viséan Coral *Caninia concavea* THOMSON. *Idem*, p. 225-234, pl. VII-VIII, 1931.

LINDSTRÖM G. — Nagra juktagelser öfver Zoantharia Rugosa. *Ofvers. Af. Kongl. Vetensk. Akad. Förhandl.*, p. 271, 1865.

LUDWIG R. — Zur Palaeontologie des Ural's. Actinozoen und Bryozoen aus dem Carbon-Kalkstein im Gouvernement Perm. *Palaeontogr.*, vol. X, p. 179-226, pl. XX-XXXVII, 1862.

— Corallen aus paläolithischen Formationen. *Idem*, vol. XIV, p. 133-244, pl. XXXI-LXXII, 1865-66.

MAC COY F. — A Synopsis of the Characters of the Carboniferous Limestone Fossils of Ireland. *In-4°*, Dublin, 1844.

— On some new genera and species of Palaeozoic Corals and Foraminifera. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, ser. 2, vol. III, p. 1-20 et 119-134, 1849.

MAC COY F. and SEDGWICK Rev. A. — A Synopsis of the classification of the British Palaeozoic Rocks with a systematic description o the British Palaeozoic fossils in the Geological Museum of the University of Cambridge. *In-4°*, Cambridge, 1851-55.

MEEK F. B. and WORTHEN A. H. — Descriptions of new Carboniferous Fossils from Illinois and other Western States. *Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia*, vol. XVIII, p. 447, 1860.

— *Geol. Surv. Illinois*, vol. II, p. 145, 1866.

MICHELIN. — Iconographie Zoophytologique, Paris, 1840-47.

NICHOLSON H. A. — On the structure of *Cleistopora* (*Michelinia*) *geometrica* M.-E. H. *Geol. Mag.*, dec. 3, vol. V, 1851.

— Description of Palaeozoic Corals from Northern Queensland with observation on the genus *Stenopora*. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, vol. IV, 1879.

— On the Structure and affinities of the Tabulate Corals of the Palaeozoic period. *In-8°*, Edinbourgh and London, 1879.

NICHOLSON H. A. and ETHERIDGE R. — On the Microscopic Structure of Three Species of the Genus *Cladochonus* Mc Coy. *Geol. Mag.*, n. s., dec. II, vol. VI, p. 289-296, pl. VII, 1879.

O'CONNEL M. — Revision of the genus *Zaphrentis*. *Ann. New-York Acad. Sc.*, vol. XXIII, p. 177-192, 1914.

OGILVIE M. M. — Microscopic and Systematic Study of Madreporarian types of Corals. *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, ser. B, vol. CLXXXVII, p. 83-345, 1897.

PARKINSON D. — The Faunal Succession in the Carboniferous Limestone and Bowland Shales at Clitheroe and Pendle Hill (Lancashire). *Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. LXXXII, p. 188-249, pl. XII-XVII, 1926.

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

PARSONS L. M. — The Carboniferous Limestone bordering the Leicestershire Coalfield. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. LXXIII, p. 84-110, pl. VII-XI, 1917.

PERCEVAL S. G. — On the discovery of *Palaeacis cuneata* MEEK and WORTHEN in Carboniferous Limestone near Henbury, Bristol. *Geol. Mag.*, n. s., dec. II, vol. III, p. 267, 1876.

RYDER T. A. — Notes on *Carcinophyllum* NICH. et THOM., with descriptions of two new species. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, ser. X, vol. V, p. 337-351, 5 text fig., 1930.

SALÉE A. — Le genre *Caninia*, 62 p., 6 pl., *in*-4°, Bruxelles, 1910.

— Sur un Polypier du Waulsortien de Sosoye. *Bull. Soc. Belge Géol.*, etc., t. XXV, p. 115-119, 1911.

— Formes nouvelles du genre *Caninia*. *Idem*, t. XXVI, Proc. Verb., p. 41-50, pl. A-D, 1912.

— Sur quelques Polypiers carbonifères du Muséum d'Histoire Naturelle. *Bull. Mus. Hist. Nat.*, n° 6, 1913.

— Le groupe des Clisiophyllidés. *Mém. Inst. Géol. Univ. Louvain*, t. I, mém. 2, 1913.

— Un genre nouveau de Tetracoralliaire. *Ann. Soc. Sc. Bruxelles*, XXXIXe année, 2e fasc., p. 145-154, textfig. 6, 1919.

SCHMIDT H. — Tierische Leitfossilien des Karbon. *Leitfossilien*, lief. 6, p. 6-15, taf. II-IV, 1929.

SEEBACH K. (VON). — Die Zoantharia perforata der Palaeozoischen periode. *Zeit. Deut. Geol. Ges.*, t. XVIII, p. 304-310, taf. IV, 1866.

SIBLY T. F. — The Carboniferous Limestone of the Weston-super-Mare District (Somerset). *Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. LXI, p. 548-563, 1905.

— On the Carboniferous Limestone (Avonian) of the Mendip Area (Somerset), with especial reference to the Palaeontological Sequence. *Idem*, vol. LXII, p. 324-380, pl. XXXI-XXXV, 1906.

— The Faunal Succession in the Carboniferous Limestone (Upper Avonian) of the Midland Area. *Idem*, vol. LXIV, p. 34-82, pl. I, 1908.

SIMPSON G. B. — Preliminary Description of New genera of Palaeozoic Rugosa Corals. *Bull. N.-Y. State Mus.*, vol. VIII, n° 39, p. 199-222, 1900.

SMITH St. — The faunal succession of the Upper Bernician. *Trans. Nat. Hist. Soc. Northumberland and Durham*, p. 591-645, 1910.

— On the Genus *Aulophyllum*. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. LXIX, p. 51-77, pl. V-IX, 1913.

— The Genus *Lonsdaleia* and *Dibunophyllum rugosum* (Mc COY). *Idem*, vol. LXXI, p. 248-272, pl. XVII-XXI, 1915.

— *Aulina rotiformis gen. et. sp. nov.*, *Phillipsastraea Hennani* (LONSDALE) and *Orionastraea gen. nov. Idem*, vol. LXXII, p. 280-307, pl. XXII-XXIV, 1916.

— On *Aphrophyllum hallense* and *Lithostrotion* from the Neighbourhood of Bingara NSW. *Journ. and. Proc. Roy. Soc. N. S. W.*, vol. LIV, p. 51-65, pl. II-V, 1920.

— The Genus *Aulina*. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, ser. IX, vol. XVI, p. 485-496, pl. XXIV, 3 text fig., 1925.

— The Genera *Favosites* and *Emmonsia* and the Species *Emmonsia parasitica* (PHILLIPS). *Idem*, ser. IX, vol. XVI, p. 116-124, pl. VIII, 1925.

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

SMITH St. — The Carboniferous Coral *Nemistium edmondsi* gen. et sp. nov. *Idem*, ser. X, vol. I, p. 112-120, pl. V, 1928.

— Descriptions of the type-specimens of some Carboniferous Corals of the genera « *Diphyphyllum* », « *Stylastraea* », *Aulophyllum* and *Chaetetes*. *Idem*, ser. X, vol. V, p. 177-194, pl. VII-VIII, 1930.

SMITH St. and RYDER T. A. — The genus *Corwenia*. *Idem*, ser. IX, vol. XVII, p. 149-159, pl. V-VI, 1926.

SMYTH L. B. — On the faunal zones of the Rush-skerries Carboniferous section, Co. Dublin. *Sc. Proc. Roy. Dublin Soc.*, n. s. vol. XIV, n° 41, p. 535-562, pl. XXXV-XXXVII, 1915.

— The Carboniferous Coast-Section at Malahide Co. Dublin. *Idem*, vol. XVI (n. s.), n° 2, p. 9-24, pl. I-II, 1920.

— A contribution to the Geology of Great Orme's Head. *Idem*, vol. XVIII (n. s.), n° 12, p. 141-164, pl. III-VII, 1925.

— On a meandrie forme of *Chaetetes*. *Geol. Mag.*, vol. LXII, p. 319-322, pl. XIV-XV, 1925.

— On the index fossil of the *Cleistopora* zone. *Sc. Proc. Roy. Dublin Soc.*, vol. XVIII (n. s.), n° 36, p. 423-431, pl. XX-XXII, 1927.

— *Salpingium palinorsum*, a new Carboniferous Coral. *Idem*, vol. XIX, (n. s.), n° 5, p. 39-42, pl. I-II, 1928.

— On the structure of *Palaeacis*. *Idem*, vol. XIX (n. s.), n° 14, p. 125-138, pl. VI-VIII, 1929.

— The Carboniferous Rocks of Hook Head Country Wexford. *Proc. Roy. Irish Acad.*, vol. XXXIX, sec. B, n° 26, p. 523-564, pl. XV-XX, 1930.

— On *Cleistopora geometrica* M.-E. H. *Idem*, vol. XLI, sec. B, n° 12, p. 168-170, pl. VIII, 1933.

— On certain Carboniferous Corals with epithecal scales. *Idem*, vol. XLI, sec. B, n° 13, p. 171-178, pl. IX-X, 1933.

STUCKENBERG A. — Korallen und Bryozoen der Steinkohlenablagerungen des Ural und des Timan. *Mém. Com. Géol. Russ.*, vol. X, n° 3, 1895.

— Anthozoen und Bryozoen des unteren Kohlenkalkes von Central-Russland. *Idem*, n. s. livr. 14, 1904.

THOMSON J. — Descriptions of new Corals from the Carboniferous Limestone of Scotland. *Geol. Mag.*, dec. 2, vol. I, p. 556-559, pl. XX, 1874.

— On a new Genus of Rugose Corals from the Carboniferous Limestone of Scotland. *Proc. Phil. Soc. Glasgow*, vol. X, 1879.

— Contributions to our knowledge of the Rugose Corals from the Carboniferous Limestone of Scotland. *Idem*, vol. XI, 1880.

— On a new family of Rugosa Corals including the genera *Cyclophyllum*, *Aulophyllum* and on the genus *Clisiophyllum*. *Idem*, vol. XIII, 1882.

— On the development and generic relation of the Corals of the Carboniferous System of Scotland. *Idem*, vol. XIV, 1883.

— On the genus *Lithostrotion*. *Trans. Edinb. Geol. Soc.*, vol. V, p. 371-398, pl. XI-XIII, 1887.

— On the Occurrence of Species of the Genus *Diphyphyllum* LONS-

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

DALE in the Lower Carboniferous strata of Scotland with a description of some new Species and notices of Varieties. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. XLIII, p. 33-39, pl. IV-V, 1887.

— On a new species of *Diphyphyllum* and a remarkable form of the genus *Lithostrotion*. *An. Mag. Nat. Hist.*, ser. 6, vol. II, p. 317-323, 1888.

— On the genera *Calophyllum* and *Campophyllum*. *Proc. Roy. Irish Acad.*, 3e ser., vol. II, p. 667-758, pl. XV-XXI, 1893.

— On the genus *Phillipsastraea*. *Trans. Geol. Soc. Glasgow*, vol. XI, p. 51-70, pl. V-VI, 1898.

— On the occurrence of the species of the genus *Palastraea* Mc Coy in the Lower Carboniferous strata of Scotland with a description of some new species and notices of varieties. *Idem*, vol. XI, p. 1-11, 1898.

THOMSON J. and DUNCAN P. M. — On *Cyclophyllum*, a new genus of *Cyathophyllidae*, with remarks on the genus *Aulophyllum*. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. XXIII, p. 327-330, pl. XIII, 1867.

THOMSON J. and NICHOLSON H. A. — Contributions to the studies of the chief Generic Types of the Palaeozoic Corals. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, ser. 4, vol. XVI, p. 305-309, and 424-429, pl. XII, vol. XVII, p. 60-70, 123-128, 290-305, 451-462, pl. VI-VIII, XII, XIV-XVII, XXI-XXV; vol. VIII, p. 68-73, pl. I-III; 1875-76.

VAUGHAN A. — Notes on the Corals and Brachiopods obtained from the Avon Section and preserved in the Stoddart collection. *Proc. Bristol Nat. Soc.*, n. s., vol. X, pt. II, p. 90-134, pl. I-II, 1902.

— The Carboniferous Limestone series (Avonian) of the Avon Gorge. *Idem*, ser. 4, vol. I, pt. II, p. 74-168, pl. I-XVI, 1905.

— The Palaeontological Sequence in the Carboniferous Limestone of the Bristol Area. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. LXI, p. 181-307, pl. XXII-XXIX, 1905.

— Note on *Clisiophyllum ingletonense sp. nov. Proc. Yorksh. Geol. Soc.*, vol. XVII, pt. III, p. 251-255, pl. XXXVIII, 1911.

— Correlation of Dinantian and Avonian. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. LXXI, p. 1-52, pl. I-VII, 1915.

VAUGHAN A. and DIXON E. E. L. — The Carboniferous Succession in Gower (Glamorganshire) with notes on its Fauna and Conditions of Deposition. *Quart. Journ Geol. Soc.*, vol. LXVII, p. 477-571, pl. XXXVIII-XLI, 1911.

VAUGHAN A. and MATLEY C. A. — The Carboniferous Rocks at Rush (County Dublin) with an Account of the Faunal Succession and Correlation. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. LXII, p. 275-323, pl. XXIX-XXX, 1906.

— The Carboniferous Rocks at Laughshinny (County Dublin), with an Account of the Faunal Succession and Correlation. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. LXIV, p. 413-474, pl. XLIX-L, 1908.

VAUGHAN A. and REYNOLDS. — Faunal and Lithological Sequence in the Carboniferous Limestone Series (Avonian) of Burrington Combe (Somerset). *Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. LXVII, p. 342-392, pl. XXVIII-XXXI, 1911.

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

WILMORE A. — On the Carboniferous Limestone South of the Craven Fault (Grassington-Hellifield District). *Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. LXVI, p. 539-585, pl. XXXVIII-XLI, 1910.

YABE H. — Materials for a knowledge of the Antracolithic fauna of Japan. *Journ. Geol. Soc. Tokyo*, vol. IX, n° 106.

YOH S. S. — On a new genus of Syringoporoid Coral from the Carboniferous of Chihli and Fengtien Provence. *Bull. Geol. Soc. China*, vol. V, n° 3-4, p. 291-293, 1 pl., 1927.

YÜ C. C. — Lower Carboniferous Corals of China. *Palaeont. Sinica*, ser. B, vol. XII, fasc. 3, p. 1-133, pl. I-XXIV, 1933.

EXPLICATION DES PLANCHES IX ET X

PLANCHE IX.

FIG. 1-4. — *Cyathaxonia rushiana* var. *mitrata* var. nov., du Tournaisien supérieur de la Saoura entre Béni-Abbès et Mazzer.
FIG. 5*a*, *b*, 6*a*, *b*. — *Zaphrentis crassisepta* sp. nov., du Viséen de Tala.
FIG. 7. — *Zaphrentis* cf. *disjuncta* CARRUTHERS, du Viséen de Mazzer.
FIG. 8-12. — *Zaphrentis* sp., du Viséen de Mazzer.
FIG. 13*a*, *b*. — *Caninia Delepinei* sp. nov., du Viséen de Tazoult.
FIG. 14. — *Cyathophyllum* (*Palaeosmilia*) *Murchisoni* M.-EDW. et HAIME, du Viséen supérieur du Dj. Ouarkziz.
FIG. 15*a*, *b*, 16. — *Cyathophyllum* (*Palaeosmilia*) *Ressoti* sp. nov., du Viséen d'Oum-Touaba.

PLANCHE X.

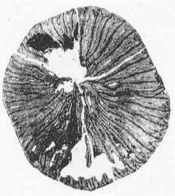
FIG. 1*a*, *b*, *c*, 2. — *Lophophyllum interruptum* TH. et NICH., du Viséen d'Oum-Touaba.
FIG. 3. — *Dibunophyllum Muirheadi* TH. et NICH., du Viséen du Dj. Ouarkziz.
FIG. 4. — *Dibunophyllum* cf. *derbiense* SIBLY, du Viséen de Mazzer.
FIG. 5. — *Dibunophyllum* sp., du Viséen de Tazoult.
FIG. 6*a*, *b*, *c*. — *Aulophyllum fungites* FLEM., du Viséen supérieur de Haci Arlal.
FIG. 7*a*, *b*, *c*, *d*. — *Rhodophyllum tazoultense* sp. nov., du Viséen de Tazoult.
FIG. 8. — *Carcinophyllum* cf. *Welchi* RYDER, du Viséen de Tazoult.
FIG. 9-11. — *Carcinophyllum* (?) sp., du Tournaisien d'Oum-el-Assel.

Tous les échantillons sont figurés en grandeur naturelle.

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

1

2


5b

6b

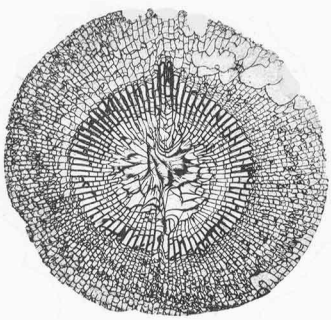
3

4

5a

6a

8

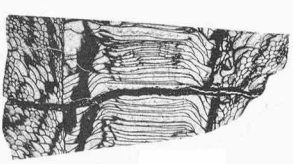

13a

7

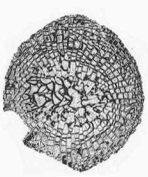
9

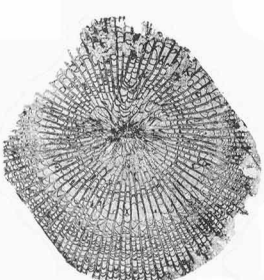
10

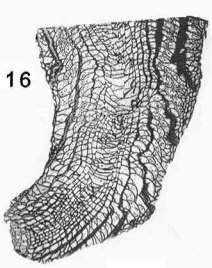
11

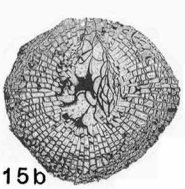

13b

12


15a


14

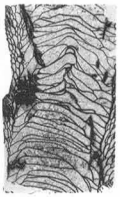

16


15b

BIBLIOTHÈQUE DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS SORBONNE

Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

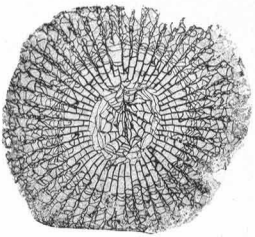
Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC



2

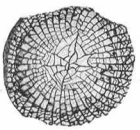
1a

1c

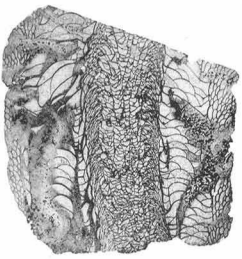


3

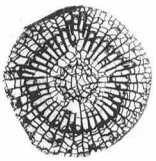
1b



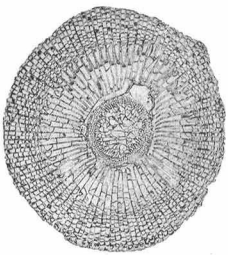
4



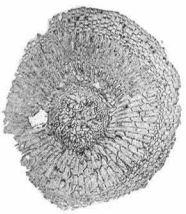
6c



5

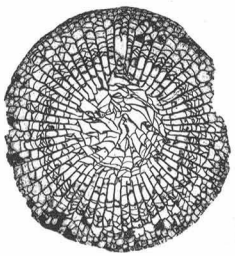


6b

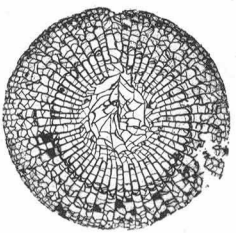


6a

7c

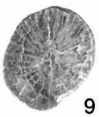


7b



7a

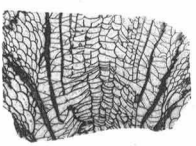
10



9

11

8



7d

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

Les pisolithes a Girvanelles dans le Jurassique de Normandie

par **Louis Dangeard** [1].

Planches XI, XII et XIII.

Les faciès pisolithiques sont bien représentés dans le Jurassique de Normandie (Bathonien, Lusitanien) (29) où ils accompagnent les formations récifales. Il est facile d'observer que, dans un grand nombre de cas, les *pisolithes* sont formés d'amas ou de zones successives de petits tubes enchevêtrés qui correspondent aux *Girvanelles* de Nicholson et de Wethered auxquelles peuvent être associés d'autres organismes (Foraminifères, Bryozoaires, Algues diverses). Je passerai en revue plusieurs gisements où les Girvanelles sont très bien conservées et où les pisolithes apparaissent, avec une netteté particulière, comme étant essentiellement d'origine organique.

Auparavant, il me semble utile de préciser dans quel sens sera employé le terme de Girvanelles et pour cela de rappeler brièvement les diverses opinions des auteurs. La plupart des notes que je citerai concernent, en outre, la genèse des *oolithes* et le rôle joué par les Algues inférieures dans la formation des roches sédimentaires. Sur ces différents sujets, la bibliographie est considérable et je serai obligé de me limiter. On trouvera de nombreux renseignements complémentaires dans les travaux cités à la fin de cette note.

En 1880, Nicholson et Etheridge (1) ont décrit, sous le nom de *Girvanella problematica*, de petits tubes contournés, non cloisonnés, ayant en moyenne 22 μ de diamètre, observés à l'intérieur de pisolithes à structure concentrique (calcaire ordovicien, Ayrshire). En 1888, Nicholson figurait de nouveau cet organisme qu'il comparaît à certains genres de Foraminifères étudiés par Brady dans les « Challenger Reports ». Les auteurs sont actuellement d'accord pour assimiler ces tubes à des filaments d'Algues, comme l'avait bien vu Rothpletz dès 1891 (5).

A partir de 1889, Wethered a publié une série de notes très intéressantes sur les Girvanelles et sur l'origine des oolithes et

1. Note présentée à la séance du 29 avril 1935.

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

des pisolithes. Il décrit d'abord (3) des pisolithes provenant du « Corallien » d'Osmington et de l'« Oolithe inférieure ». Les premiers ont une structure concentrique grossière et montrent, au fort grossissement, des amas de tubes très fins (6 à 7 μ de diamètre). Wethered conserve à tort, pour ces Girvanelles du Corallien, le nom de *G. problematica*, car cette espèce distinguée par Nicholson est ordovicienne et possède des filaments beaucoup plus larges. Quant à l'espèce *G. pisolitica*, de l'Oolithe inférieure, elle ne saurait être admise, un grand nombre de sections figurées (pl. VI, fig. 10 et 11) correspondant manifestement à des loges de *Foraminifères enveloppants*.

En 1890, Wethered (4) signale deux espèces de Girvanelles trouvées dans les calcaires oolithiques carbonifères : *G. Ducii* (20 μ de diamètre) et *G. incrustans* (10 μ). Cette dernière espèce se rapproche beaucoup, par ses dimensions, de l'espèce qui pullule dans les pisolithes jurassiques. La figure donnée pour *G. pisolitica* (pl. XI, fig. 3) rappelle un Foraminifère enveloppant dont la première loge serait conservée. D'autres espèces jurassiques sont encore signalées, mais il ne me paraît pas certain qu'il s'agisse bien d'espèces distinctes. L'auteur émet l'hypothèse que les stries concentriques elles-mêmes peuvent correspondre à des tubes dont la structure est en partie effacée. Au cours de la discussion qui suivit la présentation de cette note, le professeur Judd fit remarquer que l'étude des oolithes actuelles est importante pour résoudre les problèmes posés : dans les oolithes des Bahamas, il a pu observer des tubes très fins et anastomosés.

Cette observation est intéressante : il s'agit sans doute d'*Algues perforantes* analogues à certaines Cyanophycées actuelles.

En 1895 (9) paraît une nouvelle note dans laquelle Wethered cherche à prouver que les oolithes et les pisolithes sont d'origine organique. Il rappelle ses observations antérieures sur la présence presque constante des Girvanelles, en admettant d'ailleurs qu'il peut exister d'autres organismes concourant à former des oolithes. Il essaye enfin de démontrer que, non seulement la structure concentrique, mais encore la structure radiée, sont d'origine organique. Dans ce dernier cas, il existerait des tubes croissant à angle droit par rapport au noyau. L'exposé de cette théorie n'a pas entraîné l'adhésion de la majorité des auditeurs qui ont présenté aussitôt de multiples objections et n'ont pas admis, en particulier, que les stries concentriques et radiées pussent représenter des fragments de tubes. Judd, encore une fois, a attiré

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

l'attention sur les Algues perforantes dont la présence peut expliquer un certain nombre d'aspects observés.

En résumé, Wethered a eu le grand mérite de mettre en évidence la présence d'organismes nombreux dans les oolithes et les pisolithes.

Antérieurement à la parution de cette dernière note, Rothpletz et Bleicher avaient publié d'intéressantes observations sur le même sujet.

Rothpletz (5) a décrit les Algues calcaires fossiles appartenant aux familles des Codiacées et des Corallinées.

Dans le premier groupe, il range *Girvanella* et *Sphaerocodium* : ces deux genres sont très voisins, mais *Sphaerocodium* possède des filaments différenciés très élargis rappelant « les siphons périphériques » des *Codiums* actuels. Selon lui, les tubes de Girvanelles, comme ceux de *Sphaerocodium*, sont dichotomes.

En 1892 paraît une nouvelle note de Rothpletz (6) qui me semble fondamentale. L'auteur a étudié les oolithes qui se déposent actuellement dans le « Grand Lac Salé » de l'Utah et sur les bords de la Mer Rouge. Il a constaté la présence de membranes organiques formées de cellules arrondies ou ovales de Cyanophycées et aussi la présence de filaments ramifiés.

La même année, Bleicher (8) étudie les oolithes de grande taille du Bajocien et du Bathonien de Lorraine. En les soumettant à l'action des acides, il isole des filaments organiques divers. Il signale des sections de tubes « aplatis d'un côté, renflés du côté opposé », qui me paraissent correspondre à des loges de Foraminifères enveloppants. Voici sa conclusion : « En résumé, il paraît démontré que des organismes, dont la détermination ne peut encore être faite aujourd'hui, ont concouru à la formation des oolithes d'une certaine taille du Bajocien de Lorraine et du Bathonien de Lorraine et d'Alsace. » Dans le minerai oolithique de Lorraine (7), il a observé des bâtonnets atteignant une longueur de 10 à 12 μ et rappelant des Bactéries.

Dans son ouvrage sur les minerais de fer primaires de France, M. Cayeux a longuement étudié les Algues filamenteuses découvertes par lui dans les oolithes ferrugineuses de la Ferrière-aux-Étangs. Il s'agit de tubes très fins, non ramifiés, non cloisonnés, constituant parfois un véritable feutrage ; leur diamètre varie considérablement (1 μ à 22 μ). Ils sont surtout nombreux à la périphérie des oolithes et peuvent passer d'une oolithe à une oolithe voisine. Selon M. Cayeux (11), ces organismes sont « fixés en parasites à l'intérieur des oolithes et, par conséquent,

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

perforants ». A cause de ce dernier caractère et du diamètre très variable des tubes, je pense que les Algues de la Ferrière-aux Étangs sont différentes de celles qui sont décrites dans cette note.

En 1922, M. J. de Lapparent (14) a observé dans les faciès oolithiques du « Calcaire coquillier » triasique des « tubulures vermiformes » qui « se sont développées en même temps que s'accroissaient les oolithes ». Il avait comparé aux Girvanelles de Nicholson et de Wethered ces « vermiculures » qu'on a pu identifier depuis aux Foraminifères enveloppants (20, 25). Dans ses « Leçons de pétrographie (15) », il indique qu'il faut réserver le nom de Girvanelles aux *Algues enveloppantes*.

En 1924, le professeur Garwood (16) a montré l'importance stratigraphique des niveaux à Girvanelles dans le Carbonifère d'Angleterre.

Dans l'ouvrage intitulé « Pflanzen als Gesteinsbildner » Pia (17) classe les Girvanelles parmi les Cyanophycées et considère les *Sphaerocodium* comme résultant de l'entrelacement de plusieurs espèces de Girvanelles.

Le même auteur a publié une étude d'ensemble sur les Girvanelles du calcaire carbonifère anglais (26).

Enfin tout récemment Mlle Basse et Mlle Pfender (28) signalent qu'un grand nombre de calcaires pisolithiques jurassiques recueillis à Madagascar sont essentiellement formés par des Girvanelles.

Mon manuscrit était terminé lorsque j'ai eu en mains la thèse de Mlle Basse (31) qui consacre plusieurs pages à l'étude des pisolithes à Girvanelles de Madagascar. Avec l'aide de Mlle Pfender, elle a décrit ces formations si intéressantes, montré leur origine et leur évolution. Un travail paléontologique détaillé sera publié ultérieurement par Mlle Pfender. J'ai tout lieu de supposer que les résultats de nos recherches respectives, conduites d'une façon tout à fait indépendante, se prêteront un mutuel appui.

En résumé, il faut conserver au terme de *Girvanella* le sens qui lui a été donné par Nicholson et Etheridge et l'appliquer à des organismes très particuliers, capables de précipiter le carbonate de chaux. Ils apparaissent sous forme de filaments contournés très fins (6 μ à 40 μ suivant les espèces), non ramifiés [1], et forment de petits nodules ou des pisolithes à structure concentrique, entourant souvent des corps étrangers. Ce sont des

1. Rappelons cependant que Rothpletz a observé des filaments bifurqués.

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

Algues inférieures attribuées aux Codiacées ou aux Cyanophycées [1].

On sait que les Algues inférieures jouent un rôle très important soit comme organismes perforants, soit au contraire comme organismes constructeurs, réalisant une précipitation du carbonate de chaux. De nombreux auteurs ont décrit les faciès si curieux d' « Algal balls » qui se rencontrent dans la nature actuelle et dans les diverses assises géologiques. Les nodules ainsi formés contiennent souvent plusieurs sortes d'Algues, au nombre desquelles les Cyanophycées tiennent généralement une place importante.

Parmi les espèces de Girvanelles décrites par Nicholson et par Wethered retenons les suivantes :

1878. *Girvanella problematica* Nich. et Ether. — Filaments ayant en moyenne 22 μ de diamètre. Calcaire ordovicien, Ayrshire.

1890. *Girvanella Ducii* Weth. — 20 μ. Calcaire carbonifère.

1890. *Girvanella incrustans* Weth. — 10 μ. Calcaire carbonifère, Clifton.

1890. *Girvanella minuta* Weth. — 7 μ. Coralline oolithe. Cette espèce ne peut être distinguée, selon moi, de *G. problematica* Weth (1889), de *G. intermedia* (1890) et de *G. incrustans var. Lucii* (1890) du même auteur.

Il semble inutile de multiplier les espèces pour des organismes fossiles aussi ténus, surtout si l'on songe aux difficultés que l'on rencontre dans la détermination des Algues inférieures actuelles dont tous les caractères peuvent cependant être étudiés. Il est commode ici d'utiliser, comme caractère, le diamètre des tubes, bien que ce diamètre puisse varier pour une seule espèce. Quant à l'aspect et à la taille des divers nodules, concrétions, pisolithes observés, il n'y a guère lieu d'en tenir compte. J'aurai l'occasion de montrer la variété des aspects réalisés par les Girvanelles.

Je rapporte les formes décrites dans cette note, à *Girvanella minuta* trouvée par Wethered dans le « Corallien » d'Angleterre.

J'ai employé, pour étudier les calcaires pisolithiques, une méthode de colorations qui m'avait déjà donné d'excellents résultats (**21**). Le colorant imprègne le contenu des fossiles les plus petits, les perforations les plus délicates, à la manière du pigment d'oxyde de fer répandu dans certaines roches. On observe

1. En collaboration avec M. l'Abbé Frémy, je viens d'établir que les Girvanelles possèdent des cloisons et des gaines, comme les Cyanophycées. (*B. S. Linn. de Norm.*, 8e s., t. VIII, n° 6, 3 juin 1935). (*Note ajoutée pendant l'impression.*)

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

ainsi aisément les organismes des calcaires secondaires et en particulier ceux qui pullulent dans les oolithes et les pisolithes. Même les tubes très fins de Girvanelles ont pu être colorés et observés à l'Ultropak. Dernièrement M. Deflandre (30) a utilisé une technique analogue pour mettre en évidence les microfossiles des silex.

GIRVANELLES DU LUSITANIEN

Saint-Jean-de-Livet (Calvados). Les échantillons étudiés ont été recueillis dans une ancienne carrière située sur la rive droite de la Touques, à 6 km. de Lisieux. Ils forment une couche pisolithique surmontant de petits récifs à Polypiers et recouverte par les « Sables de Glos ».

Les pisolithes, libres dans la gangue ou cimentés en un calcaire dur (pl. XI, fig. 1) sont allongés, souvent aplatis, pourvus généralement d'un *noyau* étranger — débris de test ou fragment de calcaire oolithique — et d'une *écorce* montrant des zones concentriques plus ou moins nombreuses. Leur longueur atteint, en moyenne, 4 à 12 mm. Les pisolithes composés sont fréquents ainsi que les oolithes[1].

Les divers pisolithes se montrent essentiellement formés, dans leur écorce, ou dans leur masse entière lorsqu'il n'y a pas de noyau, d'amas de tubes de Girvanelles : tubes très fins, flexueux, vermiformes, non ramifiés, confusément enchevêtrés (pl. XII, fig. 3). Ils sont pourvus d'une paroi distincte qui apparaît comme un trait sombre tandis que l'intérieur est clair. Leur section transversale est un cercle ; le diamètre varie de 6-7 μ à 8-10 μ[2], la longueur dépasse parfois 100 μ. Je considère ces filaments comme appartenant à l'espèce *G. minuta* Weth. signalée dans les pisolithes de la « Coralline Oolithe » d'Angleterre.

Il est intéressant d'étudier l'aspect des différents pisolithes et la disposition des Girvanelles qu'ils contiennent. Lorsque l'écorce est formée de plusieurs zones concentriques, les filaments peuvent franchir sans changement apparent la limite de deux zones (pl. XII, fig. 2) ou bien ils sont appliqués à la surface de la zone précédente (pl. XIII, fig. 2 a). Il existe parfois une dizaine de zones principales se décomposant en zones plus fines. J'ai observé

1. On peut admettre qu'une oolithe de taille moyenne a 2 à 2 mm. 5 de diamètre.

2. Il faut tenir compte de la difficulté de mesurer le diamètre lorsque la paroi du filament se confond avec la gangue.

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

des pisolithes composés contenant des Girvanelles bien conservées, des pisolithes simples, dépourvus de noyau, formés de plusieurs zones concentriques et contenant des filaments de Girvanelles jusqu'au centre. Dans certains cas, la région centrale est faite de calcite claire.

Il faut signaler l'existence d'oolithes ayant environ 1 mm. de diamètre et montrant un noyau entouré par une écorce à Girvanelles et même de petits amas de filaments n'ayant pas plus de 450 ou 500 μ de longueur (pl. XIII, fig. 4, 5). Doit-on appeler ces petits grains oolithes ou « fausses oolithes » ? Le fait est qu'il y a passage progressif entre ces grains et les pisolithes.

Enfin, j'insiste sur l'abondance des Foraminifères enveloppants, du type *Ophthalmidium*, qui sont pour ainsi dire toujours présents dans les oolithes et les pisolithes du Secondaire (20). Ils sont fixés sur le noyau ou sur les zones successives (pl. XIII, fig. 1) dont l'indépendance est alors soulignée.

L'étude de ce gisement montre donc que les Girvanelles encroûtent des corps étrangers ou qu'elles constituent à elles seules de petits grains. Les zones concentriques des pisolithes sont plus ou moins nombreuses et n'ont pas toutes la même signification.

Lisieux (Calvados). Une couche pisolithique analogue à celle de Saint-Jean-de-Livet et associée comme elle à des calcaires à Polypiers existe à Lisieux, au voisinage de la route d'Orbec. Les pisolithes sont cimentés ou isolés dans une gangue calcaire meuble. Ils peuvent atteindre 22 mm. et sont alors aplatis. Les Girvanelles sont bien conservées.

Villers-Villerville (Calvados). Les falaises comprises entre Villers et Villerville permettent d'observer plusieurs couches riches en oolithes, pisolithes ou nodules, principalement au niveau de l' « Oolithe blanche à *Nucleolites scutatus* Lam.[1] ». Les échantillons étudiés contiennent de nombreuses Girvanelles ayant 7 à 10 μ de diamètre. On peut les mettre en évidence dans des pisolithes simples ou composés et même dans des oolithes ayant seulement 1 mm. 4 ou 0 mm. 7 de diamètre.

Les Girvanelles sont accompagnées d'autres organismes : Foraminifères enveloppants nombreux (pl. XIII, fig. 8), Algues perforantes, souvent ferrugineuses, des noyaux (pl. XIII, fig. 3, P) ou des écorces (pl. XIII, fig. 6, P), Algues globuleuses du type *Chlorellopsis* (pl. XIII, fig. 7, C), englobées dans les pisolithes ou semées dans la gangue (pl. XIII, fig. 3, C).

1. Sommet de l'Oxfordien, sur la carte géologique.

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

Mais l'intérêt principal de ce gisement tient à la présence de petits nodules (1 à 5 cm. de diamètre environ) souvent encroûtés par de petites Huîtres et des tubes de Vers. Ils sont généralement formés de calcaire oolithique recouvert d'une couche de Girvanelles qui offrent les mêmes caractères que celles des pisolithes (pl. XIII, fig. 3, G).

Bellême (Orne). Échantillon provenant des collections de la Faculté (récolté par M. Bigot). Calcaire à pisolithes ovales (4 à 7 mm. de diamètre) qui englobent de petites coquilles de Gastropodes. Les zones concentriques sont nombreuses. On observe dans certains pisolithes des amas de Girvanelles. Nombreux Foraminifères enveloppants. Girvanelles présentes dans des oolithes ayant 2 mm. 5, 3 mm. 5 de diamètre.

Bazoches-sur-Hoêne (Orne). Collection de la Faculté (M. Bigot). Calcaire à pisolithes ronds ou ovales (4 à 6 mm.). Les Girvanelles sont admirablement conservées. La plupart des observations faites pour le gisement de Saint-Jean-de-Livet peuvent être répétées ici. Les pisolithes montrent souvent de nombreuses zones concentriques auxquelles adhèrent les Foraminifères enveloppants. Les Girvanelles sont parfois appliquées sur la zone précédente, ce qui souligne alors l'indépendance des zones. Il existe des oolithes (3 mm.) à Girvanelles. Enfin, on trouve ici les curieux *Bryozoaires enveloppants* qui sont bien représentés dans le gisement de Lion-sur-Mer, étudié plus loin.

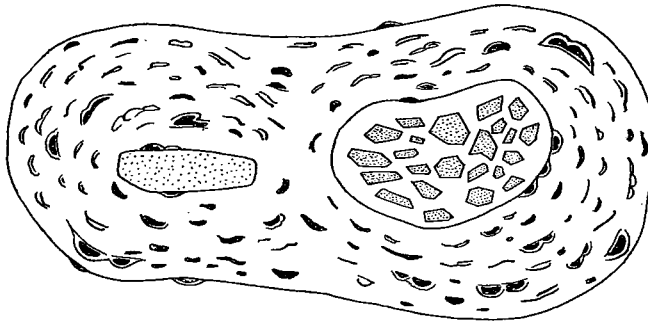
Haute-Saône. Collections de la Faculté. Nodule ayant 2 cm.5 de diamètre, entourant des débris divers et montrant de nombreuses zones concentriques. Par places, filaments enchevêtrés de Girvanelles.

GIRVANELLES DU BATHONIEN

Lion-sur-Mer (Calvados). J'ai observé au pied de la falaise une couche pisolithique jaunâtre située au niveau des « marnes suprarécifales » (J. Mercier, Thèse, 1932), à la partie inférieure de la « Pierre de Langrune » (Bath. sup.). Les conditions de faciès rappellent donc celles de Saint-Jean-de-Livet, les récifs étant ici formés par des Spongiaires. Les pisolithes ont ordinairement un diamètre variant de 2 à 3 mm. à 10-12 mm. Parfois des fragments de coquilles sont légèrement encroûtés et forment des nodules aplatis ou recourbés (15 à 17 mm).

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

Les pisolithes de ce gisement sont très intéressants à cause de la variété des organismes qu'ils contiennent : Algues perforantes ferrugineuses situées dans les noyaux ou les écorces, Foraminifères enveloppants très nombreux, Bryozoaires enveloppants formant plusieurs couches distinctes (pl. XI, fig. 2), tubes de vers (Spirorbes). Enfin, on peut aussi mettre en



Pisolithe composé du Bathonien (Lion-sur-Mer).
Nombreuses sections de Foraminifères enveloppants disposés concentriquement
A droite, Bryozoaire servant de noyau.

évidence, bien qu'assez difficilement, la présence de Girvanelles (filaments ayant 7-8 μ à 10-12 μ de diamètre).

Les Foraminifères enveloppants peuvent être examinés au microscope binoculaire, à la surface des pisolithes. Ils correspondent aux *Ophthalmidium* de Gaub, à ceux qui abondent dans les couches à *Cardioceras cordatum* de Villers (18, 20) (*Nubeculinella* Cushman). Ils forment parfois des zones concentriques nombreuses (12 à 15) rappelant celles des *Nubecularia* décrits récemment par Mlle Gillet et le Père Derville (24). Ces auteurs ont étudié les curieux récifs à Foraminifères, associés à des récifs à Bryozoaires, situés dans le Sarmatique de Bessarabie. Peut-être trouverait-on aussi des Algues enveloppantes dans ces récifs ?

Sérigny (Orne). Collections de la Faculté (M. Bigot). Calcaire oolithique et pisolithique très blanc. Pisolithes simples ou composés (3 à 15 mm.) englobant souvent des fragments de calcaire oolithique. Nombreuses Algues perforantes dans les écorces oolithiques et pisolithiques. J'ai observé des filaments de Girvanelles dans un pisolithe ayant 4 mm. de longueur.

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

Conclusions

Les observations précédentes montrent qu'un grand nombre de pisolithes provenant du Jurassique de Normandie [1] sont formés d'amas ou de couches successives de Girvanelles. Ce sont donc des *Algal balls* de petite taille qui doivent principalement leur origine à l'activité d'une seule forme d'Algue.

Outre les filaments de Girvanelles, les pisolithes contiennent des organismes divers, enveloppants ou perforants, constructeurs ou destructeurs :

Foraminifères enveloppants fixés sur les noyaux et sur les zones successives ;

Bryozoaires enveloppants qui se comportent comme les Foraminifères précédents et peuvent former plusieurs couches distinctes ;

Algues perforantes que l'on trouve ordinairement dans les débris coquilliers servant de noyaux ;

Algues perforantes variées des écorces.

On observe enfin des organismes, englobés passivement, tels que des Algues sphériques du type *Chlorellopsis*.

L'étude de ces organismes fournit de précieux renseignements sur les conditions du milieu dans lequel se formaient et évoluaient les pisolithes et conduit à considérer ces derniers comme des « biolithes. »

On observe un passage insensible entre les pisolithes et de petits grains qui ressemblent soit à de « fausses oolithes », dépourvues de zones concentriques, soit à de véritables oolithes [2]. Il existe donc des oolithes à Girvanelles, mais je ne veux pas dire que toutes les oolithes aient la même origine. Je pense au contraire que d'autres Algues peuvent remplacer les Girvanelles et jouer le principal rôle : Algues filamenteuses, analogues aux Bactériacées des minerais de fer oolithique, pellicules d'Algues semblables à celles décrites par Rothpletz, Algues à disposition rayonnée. Il faut également faire la part des actions purement chimiques qui peuvent se produire dans les eaux saturées en chaux (ou en sel de fer, dans le cas des oolithes ferrugineuses) et des transformations minéralogiques qui interviennent immé-

1. Évidemment ces conclusions peuvent être appliquées à d'autres régions et à d'autres périodes géologiques, en s'appuyant sur les recherches de Wethered, Rothpletz, Garwood, Pia, Mlle Pfender, etc...

2. Les échantillons de Madagascar étudiés par Mlle Basse et Mlle Pfender montrent la même transition entre oolithes et pisolithes (31).

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

diatement après le dépôt. Dans le milieu où s'élaborent les roches sédimentaires, les actions chimiques et biologiques sont intimement liées et il est souvent difficile de faire la part exacte de ce qui revient à la chimie ou aux organismes.

On passe également des pisolithes aux nodules. Dans ces derniers les Girvanelles ne forment souvent qu'une mince écorce autour d'un fragment de coquille ou de calcaire oolithique.

Certains gisements montrent l'association *nodules — pisolithes — oolithes* et représentent le lieu même de formation de ces biolithes, région située sans doute à faible profondeur et à proximité du rivage. A partir de ces régions privilégiées, d'activité organique intense, les éléments étaient dispersés plus ou moins loin, triés suivant leur taille, parfois entraînés dans une gangue très différente. Comme l'a montré M. Cayeux, « le volume des oolithes en place est fonction de la puissance de transport des courants ».

Enfin, si l'on quitte le domaine des pisolithes à Girvanelles pour entrer dans des domaines très voisins, j'ajouterai qu'on peut observer le passage de petits nodules à des « algal balls » de plus en plus volumineux, puis à des *récifs* « en place » (22, 23). Le Tertiaire de la Limagne offre ainsi toute une famille de roches, échelonnées depuis des calcaires concrétionnés atteignant 30 m. de hauteur jusqu'à des calcaires oolithiques très fins.

En définitive, on ne saurait trop insister sur l'importance des Algues inférieures dans la formation des roches oolithiques ou pisolithiques, au milieu marin, lagunaire ou même lacustre.

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

BIBLIOGRAPHIE

1. 1880. Nicholson et Etheridge. — Mon. Silur. foss. of Girvan, 1880.
2. 1888. Nicholson. — On certain anomalous organisms which are concerned in the formation of some of the Palaeozoïc Limestones. *Geol. Mag.*, new ser., déc. III, vol. V, p. 23.
3. 1889. Wethered. — On the microscopic structure of the jurassic pisolite. *Geol. Mag.*, déc. III, vol. VI, p. 196.
4. 1890. *Id.* — On the occurrence of the Genus *Girvanella* in oolitic Rocks, and remarks on oolitic structure. *Q. J. G. S.*, 46, p. 270.
5. 1891. Rothpletz. — Fossile kalkalgen aus den Familien der Codiaceen und der Corallineen. *Zeit. der deut. geol. gesell.*, Bd. XLIII, heft 2.
6. 1892. *Id.* — On the formation of oolithe. *The Americ. geol.*, X, p. 279.
7. 1892. Bleicher. — Sur la structure microscopique du minerai de fer de Lorraine. *CR. Ac. des Sciences*, t. 114, p. 590.
8. 1892. *Id.* — Sur la structure microscopique des oolithes du Bathonien et du Bajocien de Lorraine. *CR. Ac. des Sciences*, t. 114, p. 1038.
9. 1895. Wethered. — The formation of oolite. *Q. J. G. S.*, LV, p. 196.
10. 1907. F. Chapman. — On the relationship of the Genus *Girvanella* and its occurrence in the silurianl imestone of Victoria, *Aust. Assoc. for the Adv. of Sc.*, Adélaïde, p. 377.
11. 1909. L. Cayeux. — Les minerais de fer oolithique de France. Fasc. I, minerais de fer primaires. Étude des gîtes minéraux de la France.
12. 1911. Mme P. Lemoine. — Le rôle des Algues dans la formation des dépôts calcaires. *Revue Générale des Sciences*, t. 22, p. 645.
13. 1913. E. J. Garwood. — On the important part played by Calcareous Algae at certain geological horizons. *Geol. Mag.*, nouvelle série, vol. 10, p. 440.
14. 1922. J. de Lappahent. — De quelques manières d'être des calcaires oolithiques. *C. R. Congrès géol. intern.*, XIIIe s., Belgique, p. 1303.
15. 1923. *Id.* — Leçons de Pétrographie, Paris, Masson.
16. 1924. E. J. Garwood et Miss E. Goodyear. — The Lower carboniferous succession in the Settle district and along the line of the Craven faults. *Q. J. G. S.*, vol. 80, p. 184.
17. 1926. Julius Pia. — Pflanzen als Gesteinsbildner, Berlin, p. 53.
18. 1929. J. A. Cushman. — Note sur quelques Foraminifères jurassiques d'Auberville (Calvados). *B. S. Linn. de Norm.*, 8e s., 2e vol., p. 132.
19. 1929. L. Dangeard. — Sur les Bactériacées des minerais de fer oolithiques. *CR. Ac. des Sciences*, t. 188, p. 1616.
20. 1929. *Id.* — Sur les Foraminifères enveloppants des oolithes et des pisolithes. *CR. Ac. des Sciences*, t. 189, p. 57.
21. 1930. *Id.* — Foraminifères enveloppants des oolithes et pisolithes. *B. S. G. F.* 4e s., t. XXX, p. 173.

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

22. 1930. *Id.* — Récifs et galets d'Algues dans l'oolithe ferrugineuse de Normandie. *CR. Ac. des Sciences*, t. 190, p. 66.
23. 1931. *Id.* — Algues inférieures dans le calcaire concrétionné de la Limagne. *CR. Ac. des Sciences*, t. 192.
24. 1931. S. Gillet et H. Derville. — Nouveau gisement d'un récif à *Nubecularia* à Cricov, près de Chisinau (Bessarabie). *B. S. G. F.*, 5e s., p. 721.
25. 1932. H. Derville. — A propos des calcaires oolithiques du Muschelkalk. *C. R. somm. S. G. F.*, n° 8, p. 98.
26. 1932. J. Pia. — Die Girvanellen des englischen kohlenkalkes. *Akad. Anzeiger*, n° 11.
27. 1933. Y. Milon. — Sur la présence de *Girvanella* dans les calcaires de Régny (Morvan) et de Villé (Vosges). *C. R. somm. S. G. F.*, n° 6, p. 70.
28. 1934. Éliane Basse. — Sur la présence de *Girvanella* dans les calcaires pisolithiques du Sud-Ouest de Madagascar. *C. R. somm. S. G. F.*, fasc. 3, p. 45.
29. 1935. L. Dangeard. — Sur les pisolithes du Jurasssique. *B. Soc. Linn. de Norm.*, 8e sér., t. VII, p. 30.
30. 1935. G. Deflandre. — Présence de microdiaclases dans les éclats de silex. Leur importance dans les colorations artificielles des microfossiles et en particulier des Foraminifères. *CR. Ac. des Sciences*, t. 200, p. 11.
31. 1935. Éliane Basse. — Étude géologique du Sud-Ouest de Madagascar. *Mém. S. G. F.*, nouv. s., t. X et XI, mém. n° 24.

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

EXPLICATION DES PLANCHES XI, XII ET XIII

Planche XI.

Fig. 1. — Calcaire pisolithique, Lusitanien de Saint-Jean-de-Livet. Aspect des pisolithes, de leur noyau et de leurs zones concentriques.
Surface polie. Grandeur naturelle.

Fig. 2. — Pisolithe à Bryozoaires enveloppants, Bathonien de Lion-sur-Mer. Nombreuses couches de Bryozoaires (B). A droite, section de Foraminifère enveloppant (F.).
Plaque mince.

Fig. 3. — Écorce d'un pisolithe, Bathonien de Lion-sur-Mer. Deux sections fortement grossies de Foraminifères enveloppants (F).
Plaque mince.

Planche XII.

Fig. 1, 2, 3. — Pisolithe zoné contenant des filaments de Girvanelles jusqu'au centre, Lusitanien de Saint-Jean-de-Livet. Plaque mince de plus en plus grossie. 1, pisolithe entier pourvu de trois zones différenciées. 2, les filaments de Girvanelles franchissent sans changement la limite des deux zones externes. 3, filaments très grossis contournés dans tous les sens, vague disposition enroulée.

Planche XIII.

Fig. 1. — Portion de pisolithe, Lusitanien de Saint-Jean-de-Livet. Noyau de calcaire oolithique. Foraminifères enveloppants fixés sur le noyau et sur des zones diverses.

Fig. 2. — Écorce d'un pisolithe, Lusitanien de Saint-Jean-de-Livet. Trois zones distinctes : couche externe à filaments bien conservés appliqués sur la zone précédente (a).

Fig. 3. — Portion externe d'un nodule, Lusitanien de Villerville. Couche de Girvanelles entourant un fragment usé de calcaire oolithique (G). Algues perforantes dans les noyaux d'oolithes (P). Algues du type *Chlorellopsis* semées dans la gangue (C).

Fig. 4. — Oolithe à Girvanelles, Lusitanien de Saint-Jean-de-Livet. Longueur : 0 mm. 450.

Fig. 5. — Fausse oolithe à Girvanelles, Lusitanien de Saint-Jean-de-Livet. Longueur : 0 mm. 400.

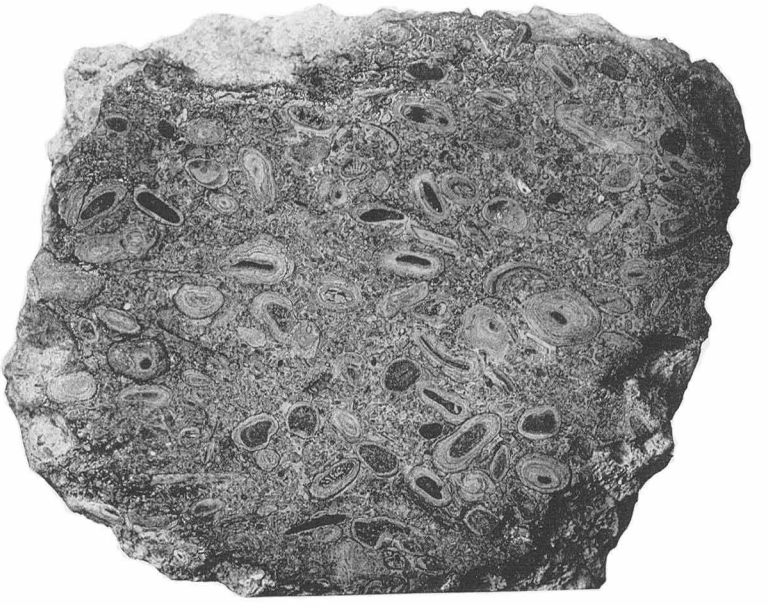
Fig. 6. — Grosse oolithe traversée par un filament d'Algue perforante (P), Lusitanien de Villers.
Plaque mince.

Fig. 7. — Oolithe entourant des Algues du type *Chorellopsis* (C), Lusitanien de Villerville.
Plaque mince.

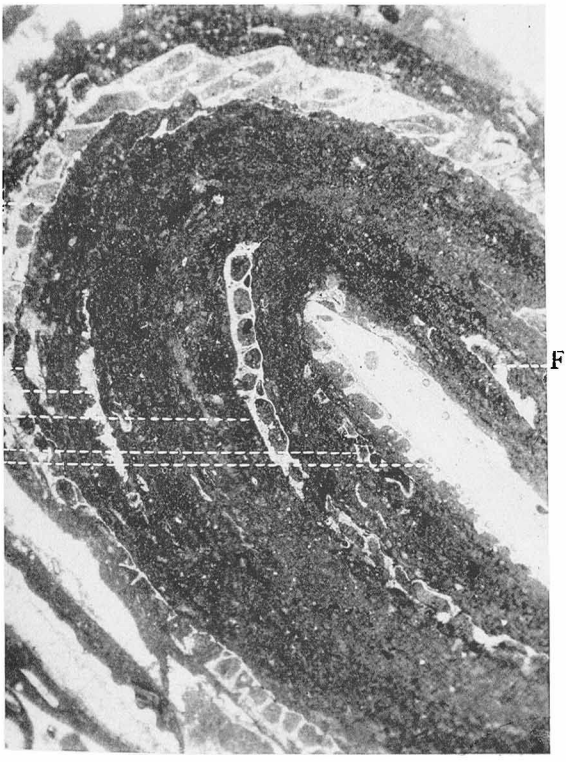
Fig. 8. — Oolithe déformée par la présence des loges de Foraminifères enveloppants (F), Lusitanien de Bénerville.
Plaque mince.

Clichés de l'auteur.

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



1



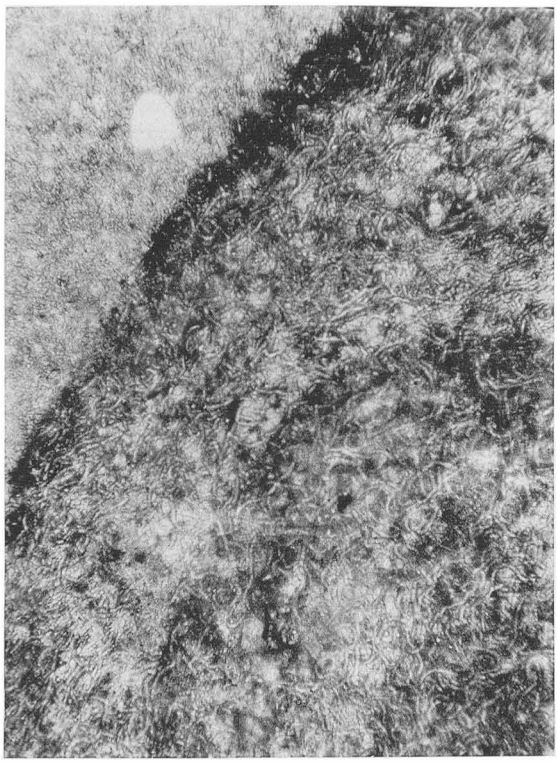
2

3

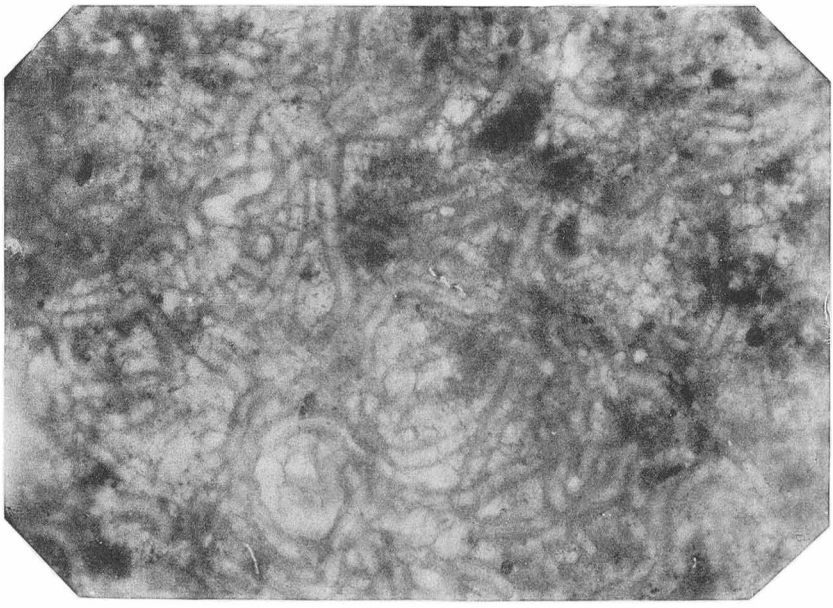
Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

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

1



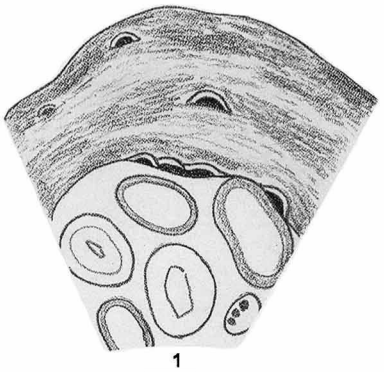
2



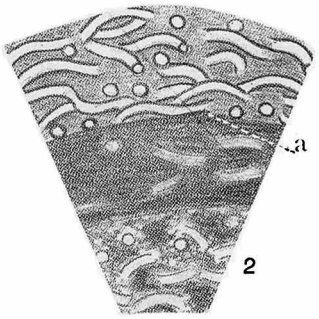
3

BIBLIOTHÈQUE DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

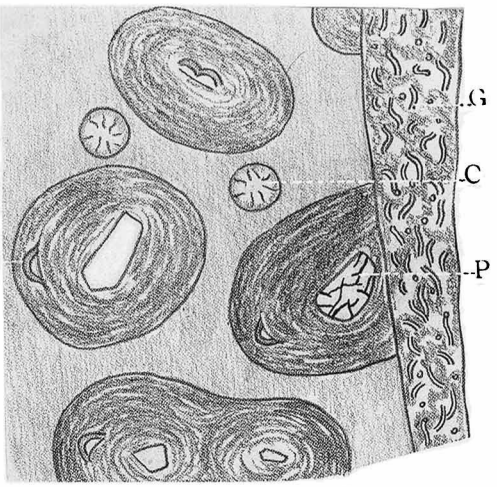
Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC



1

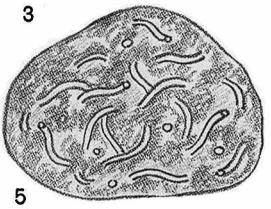


2

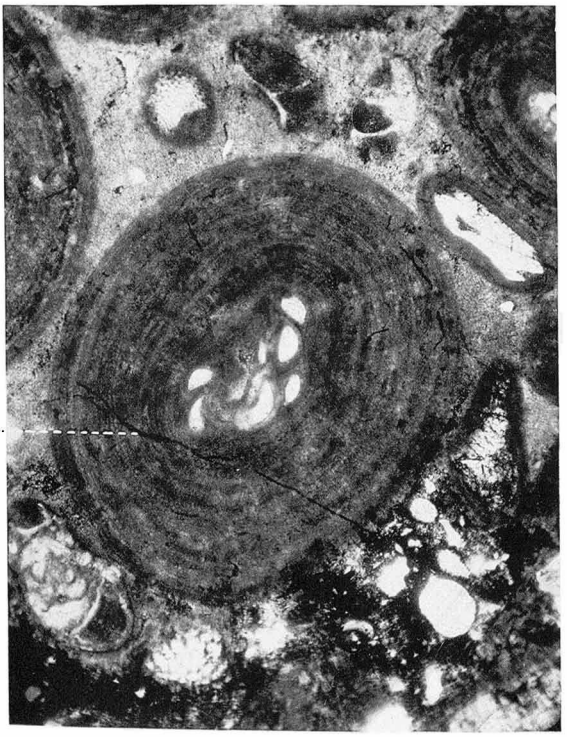


3

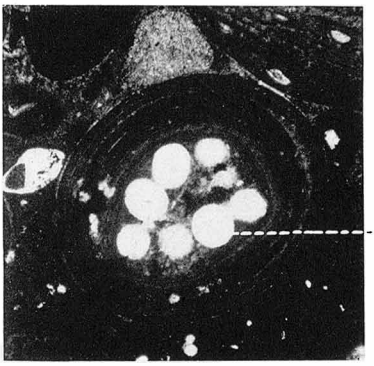
4



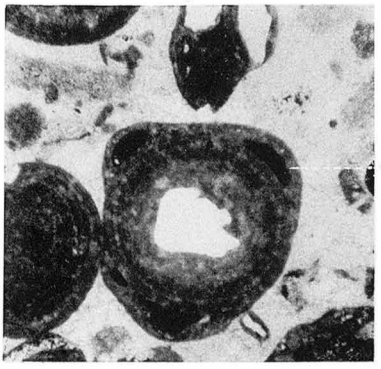
5



6



7



8

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

DESCRIPTION D'UN ÉCHANTILLON DE *BELEMNOSEPIA SAGITTATA* MUNSTER (CÉPHALOPODES DIBRANCHES) PROVENANT DE CRÉVENEY (HAUTE-SAÔNE)

PAR **Maurice Dreyfuss** [1].

Le Toarcien de Créveney, où est exploité le niveau des schistes à Posidonomyes, m'a déjà fourni divers échantillons intéressants [1-2]. Il s'agit cette fois d'un fossile que M. Petit, directeur de la Société des Schistes et Pétroles de Franche-Comté, avait mis de côté, et qu'il m'a fait parvenir par l'intermédiaire de M. Barlot, ingénieur chimiste. Ce fossile se présente comme une lame mince, allongée, vers le milieu de laquelle on peut observer un renflement rempli d'une substance noire : il s'agit évidemment du gladius d'un Céphalopode dibranche, appartenant à la famille des *Chondrophora* (Fischer).

La détermination générique ne présente aucune difficulté : c'est, sans hésitation possible, une espèce du genre *Geoteuthis* MUNSTER, tel qu'il est défini dans le traité de paléontologie de Zittel [3]. Toutefois, comme différents noms ont été employés pour désigner ce genre, je crois utile de rappeler ici la synonymie :

Deslongchamps [4] a décrit en 1835, sous le nom de *Teudopsis*, trois espèces de Céphalopodes du Lias supérieur de Normandie, dont l'une, le *T. Agassizii*, appartient seule au même genre que notre fossile. La même année et l'année suivante, Agassiz [5] et Buckland [6] ont repris la description, sous le nom de *Belemnosepia*, de fossiles du Wurtemberg considérés par Schubler (*in* [7]), en 1830, comme appartenant au genre *Loligo*. Depuis cette époque, le même genre a été repris par Voltz [8-9], en 1840, sous le nom de *Belopeltis*, par Quenstedt [10] (1843), sous le nom de *Loligosepia*, et enfin par Munster [11] (1843 également), qui le désigna sous le nom de *Geoteuthis*.

Le nom de *Teudopsis* a été conservé pour des formes analogues aux *T. Brunellii* et *Caumontii*, très différents du *T. Agassizii* ; le nom le plus ancien du genre est donc *Belemnosepia* AGASSIZ et non *Geoteuthis* MUNSTER : c'est d'ailleurs l'opinion exprimée par d'Orbigny [12-13].

1. Note présentée à la séance du 29 avril 1935.

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

Le genre *Belemnosepia* comprend neuf espèces seulement. L'échantillon de Créveney se rapporte assez exactement à *B. sagittata* MUNSTER. Voici la diagnose de cette espèce d'après d'Orbigny :

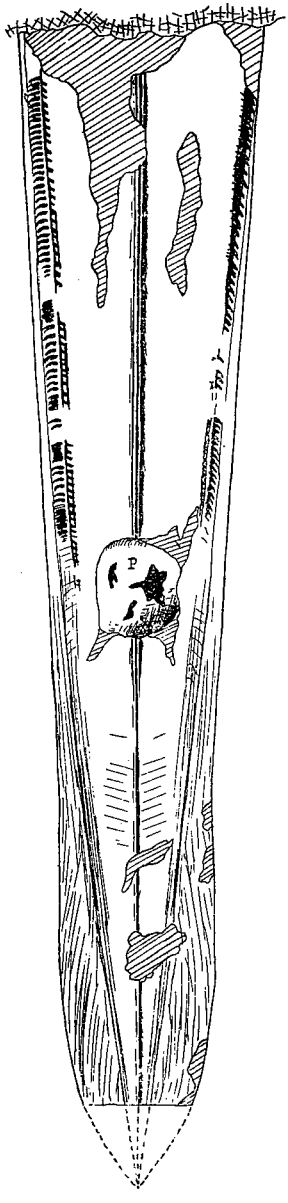


FIG. 1.

« Synom. : *Geoteuthis sagittata* MUNSTER, 1843, Beitr. VI, Tab. VII, fig. 3.
Belemnosepia sagittata D'ORBIGNY, 1846, Pal. univ., pl. 27, Pal. étrang., pl. 24.

Dim. : longueur, 140 mm. ; angle d'ouverture de la partie médiane, 15 à 17°.

Coquille allongée, assez étroite ; région médiane de 15° de largeur, très prolongée en avant des expansions latérales, et tronquée, pourvue au milieu d'une côte médiane assez saillante et de sillons latéraux. Les expansions latérales ne paraissent occuper que le quart postérieur de la coquille et représentent un élargissement lancéolé. Elles sont striées en long.

L'échantillon de Créveney (fig. 1) présente également un angle d'ouverture de 15°. Sa longueur est de 155 mm. Son aspect général est moins lancéolé que celui des échantillons figurés par d'Orbigny et Munster, qui montrent toutefois d'assez grandes variations dans la largeur des expansions latérales. Ces expansions occupent près du tiers postérieur de la coquille, ce qui est contraire à la diagnose de d'Orbigny ; mais dans l'échantillon représenté par la figure 1 de la planche de d'Orbigny, dont le fossile de Créveney se rapproche beaucoup, les expansions latérales sont aussi développées ; leur ornementation est exactement la même que celle du *B. sagittata*.

La région médiane est lisse, à l'exception de quelques stries très espacées les unes des autres, situées à la partie postérieure de la coquille, et dirigées obliquement d'arrière en avant de part et d'autre de la carène. La carène, aiguë et mince, est bordée dans la

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

partie antérieure par deux sillons qui s'atténuent progressivement vers l'arrière.

Entre la zone médiane et les expansions latérales existent des bandes légèrement déprimées, larges d'environ 3 mm., qui se prolongent jusqu'à l'extrémité antérieure de la coquille, et qui présentent une ornementation bien caractéristique du genre (d'Orbigny [13], p. 210) : ces bandes sont, en effet, ornées de stries d'accroissement arquées, dont la convexité est tournée vers l'avant. Ces stries sont, comme sur les échantillons figurés par d'Orbigny, difficiles à discerner dans la région tout à fait postérieure ; dans la moitié antérieure, au contraire, elles sont soulignées par des empreintes noires, dues vraisemblablement à des restes de matière organique, et rappelant l'aspect d'un Graptolite.

Enfin, la poche du noir est située comme sur l'échantillon de la figure 1 de d'Orbigny ; elle est sensiblement circulaire et n'est pas accompagnée de son canal excréteur.

Le fossile de Créveney paraît donc bien être un exemplaire du *Belemnosepia sagittata* Munster : la présence de ce fossile en Franche-Comté est un fait entièrement nouveau : on ne connaissait dans cette région qu'un seul groupe de Céphalopodes dibranches : les Bélemnitidés. Les *Chondrophora*, en particulier, y étaient absolument inconnus. D'ailleurs, la répartition géographique du genre *Belemnosepia* est des plus restreinte, puisque les 9 espèces décrites proviennent soit du Wurtemberg ou de Franconie, soit de Normandie ou d'Angleterre (Lyme Regis). La découverte dans le Toarcien de Créveney, du *Belemnosepia sagittata*, qui n'a été signalé jusqu'à présent qu'au Wurtemberg, vient donc, à ce point de vue, combler une lacune de nos connaissances. Il est vraisemblable que de nouveaux fossiles de ce groupe seront découverts si les schistes à Posidonomyes viennent à être exploités aussi activement dans d'autres régions.

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

BIBLIOGRAPHIE

1. M. Dreyfuss. Découverte de nodules phosphatés à jeunes Ammonites dans le Toarcien de Créveney. *C.R. somm. S.G.F.*, 20 nov. 1933, p. 224-26.
2. — Végétaux fossiles du Toarcien de Créveney. *Rev. de Géogr. phys. et de Géol. dyn.*, vol. II, fasc. 3, pp. 247-52, 2 pl.
3. Zittel. Traité de paléontologie. Trad. Barrois. *Paris, 1887*, t. II, p. 514.
4. Eudes Deslongchamps. Mémoire sur les Teudopsides. *Mém. Soc. Linn. de Normandie*, 5e vol., années 1829-33, pp. 68-78, 1835. (Description du *Teudopsis Agassizii*, p. 72.)
5. Agassiz. *Jarb.*, 1835, p. 168.
6. Buckland. *Ibid.*, 1836, p. 36.
7. Zieten. Die Versteinerungen Wurttembergs, t. I, Stuttgart, 1830, p. 34 et 100, pl. XXV, fig. 4et 5.
8. Voltz. Des *Belopeltis*. *B.S.G.F.*, (1), 11, p. 45, 1840.
9. — Observations sur les *Belopeltis* ou lames dorsales de Bélemnites. *Mém. Soc. d'Hist. Nat. de Strasbourg*, t. 3, 1840.
10. Quenstedt. Petrefaktenkunde Deutschlands, t. I, Céphalopodes.
11. Munster. Beitr. zur. Petrefaktenkunde, t. VI, 1843.
12. d'Orbigny. Mollusques vivants et fossiles, Paris, 1845.
13. — Paléontologie des coquilles et des mollusques, t. I, Paris, 1855.

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

Rythmes du métamorphisme dans les Highlands

par **Jacques de Lapparent**[1].

Planche XIV

SOMMAIRE

Introduction.

Trois roches métamorphiques : La roche grenatifère à albite d'Ardlui ; un psammite grenatifère des « Moine schists » ; un micaschiste à grenat de Ballachulish.

Le matériel pétrographique aux alentours d'Inchnadampf et du Loch Assynt : Les gneiss lewisiens ; le Torridon et le Cambrien ; gneiss mylonitiques ; les roches alcalines du Loch Borolan ; les couches du « Moine ».

L'histoire des roches des couches du « Moine » : Divisions pétrographiques ; le vieux granite de Inchbae Carn-Chuinneag ; état actuel des cornéennes ; histoire du granite ; déformation et métamorphisme ; tableaux de l'histoire des « Moine schists ».

Les complexes granitiques et les granites récents dans les couches du « Moine » : Les complexes d'injection ; le granite de Lairg Rogart ; le granite de Helmsdale ; rapport des entités granitiques récentes avec le « Moine ».

« Moine schists » et Lewisien dans les temps géologiques : Suite à l'histoire du « Moine » ; les « Moine schists » envisagés dans le Précambrien ; le Lewisien par rapport au « Moine » ; l'ère orogénique du « Moine ».

Le Dalradien : Le complexe du Loch Leven ; l'âge de la série du Loch Leven ; la question du « Moine » devant le cas des « Eidle flags » stratigraphie du complexe du Schichallion ; pétrographie ; histoire géologique du complexe ; les granites associés aux complexes métamorphiques.

Conclusions : Les trois séries métamorphiques d'âge post-lewisien ; les rythmes ; la « zone à grenat » et la « zone à chlorite »; les épidotes-zoïsites radioactives ; fin.

INTRODUCTION

C'est à Inchnadampf, en Sutherland, qu'il faut aller pour poser à bon escient le problème des terrains métamorphiques d'Écosse.

Les données en sont simples : dans la région du Loch Assynt, un très vieux socle, les gneiss lewisiens, sur lequel reposent les

1. Note présentée à la séance du 6 mai 1935.

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

grès rouges de Torridon, et, sur ceux-ci, en discordance, la série cambrienne avec ses quartzites de base, ses grès, ses schistes, ses dolomies et ses calcaires dits de Durness ; mais cette série reposant en outre directement sur le socle de gneiss. Amas d'écailles chevauchantes de ces matériaux sur un avant-pays de tranquille allure vers l'Ouest, s'étendant jusqu'aux îles Lewis. Recouvrement des écailles à l'Est par les couches du *Moine*.

Les couches du Moine sont métamorphiques, le grès de Torridon et le Cambrien ne le sont pas.

De très vieux granites et de moins vieux granites, des roches alcalines, sont associés à cet ensemble, constituant les vestiges de manifestations éruptives antérieures au dépôt de l'*Old red* de la région, c'est-à-dire antérieures au Dévonien moyen.

Mais si, d'Inchnadampf, l'on va vers le Sud-Est, après avoir passé la ligne des Lochs qui du Loch Linnhe au Loch Ness forme le canal calédonnien, ce qu'on nomme le *Grand Glen*, on accède au pays des *Highland schists*, constitué de roches métamorphiques au travers desquelles réapparaissent çà et là les couches du Moine. Ces Highland schists, charpente principale des *Grampian Mountains*, sont bien développés dans l'Argyll et dans le Perth. Ils se répartissent nettement en deux groupes : le groupe du Loch Leven et celui du Schichallion qu'on accole sous le titre de Dalradien. Des venues granitiques et des roches éruptives diverses traversent encore ces terrains ou s'y associent.

On quitte les roches métamorphiques à la traversée de la grande faille de bordure (*Highland Border*) avant d'arriver à Glasgow ou à Stirling dans le pays des Lowlands.

A propos de tous ces terrains, de multiples questions se posent et, en particulier, celle de la diversité des séries métamorphiques qui les forment, et, pour chacune d'elles, la question de savoir quel est le temps de sa production, l'âge des matériaux originels dont elle dérive, quels sont ses rapports avec les roches éruptives, principalement avec les granites.

Je voudrais exposer ici ces questions et indiquer tant les solutions qui paraissent s imposer que les incertitudes auxquelles on se heurte.

Nous avons été conduits en Écosse par MM. E. B. Bailey et W. J. Mac Callien, de Glasgow, par M. C. T. Tilley, de Cambridge, et par M. H. H. Read, de Liverpool. Nous participions à l'excursion organisée en 1934 par l'Association internationale pour l'Étude des terrains précambriens et des vieilles chaînes,

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

dont la première réunion s'était tenue en Finlande sous la direction du regretté Sederholm pendant l'été de 1931 [1].

Guidés par les éminents géologues anglais, nous avons exploré en détail de nombreux affleurements et ramassé des échantillons. Je consigne en ce qui va suivre les résultats de mes observations directes sur le terrain et ceux de l'étude au laboratoire des échantillons rapportés ; désireux seulement de mettre le lecteur français au courant du problème géologique de l'Écosse.

TROIS ROCHES MÉTAMORPHIQUES

Pour commencer, je décrirai trois roches qui mettent bien en évidence, à mon sens, ce qui est une certaine histoire, ce que sont les avatars, de leur matière originelle.

1° *La roche grenatifère à albite d'Ardlui.*

Elle fait partie du complexe qu'étudia spécialement Tilley [2] dans le voisinage du Loch Lomond. Elle nous apparaît comme une roche à grenats anciens : ceux-ci sont rongés et cassés. Ils furent chloritisés puis imprégnés de mica biotite : leurs cassures où l'on voit encore de la chlorite sont colmatées par la biotite.

Les larges cristaux d'albite qui chargent la roche, à la manière de porphyroblastes, portent en inclusion un matériel de quartz, de chlorite et de mica blanc dont l'orientation met en évidence une *stress* originelle [3]. Cette chlorite où s'est développé du rutile est une ancienne biotite. Le sens de la *stress* varie dans la roche avec les cristaux d'albite. La biotite récente qui imprègne les grenats est exempte de tout dérangement ; elle se répand d'autre part dans la roche entre les cristaux d'albite.

Dans ces observations nous lisons l'histoire de la roche. Son premier stade métamorphique aboutit à un micaschiste grenatifère à *stress* typique, élaboré par conséquent *en tension* [4]. L'altération intervint et produisit la transformation en chlorite d'une partie

1. J. DE LAPPARENT. Courses géologiques en Finlande. *Bulletin de la Soc. géol. de France*, 5e série, t. 11, 1932, p. 145.

2. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, LXXXI, 1925, 100-110.

3. Je dis *stress* dans le sens anglais : *shearing stress*. C'est l'effort agissant dans une direction. Par la suite j'emploie fréquemment le mot pour désigner l'effet de cet effort.

4. Tension n'est pas pris au sens qu'en mécanique on donne à ce mot. Je me sers de ce terme comme on fait dans le domaine moral lorsqu'on dit : l'esprit tendu ; sans spécifier la qualité ou le sens des forces. Je l'oppose à *détente* que j'emploie d'une manière analogue à « rémission des forces ».

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

du grenat et de la biotite première, puis l'albite se forma et s'accrut dans la roche. Survint alors un léger dérangement des matériaux primitifs qui atteignit les porphyroblastes d'albite. Enfin, *dans une détente*, la biotite récente se forma partout où elle trouvait à se placer : dans les fentes du grenat en particulier. Le métamorphisme correspondant à cette détente opérait l'alcalinisation des chlorites là où celles-ci pouvaient être touchées, c'est-à-dire en dehors de l'albite qui les protégeait.

2° *Un psammite grenatifère des « Moine schists », du voisinage de l'Augengneiss de Carn-Chuinneag, en Sutherland, récolté près de Kildermorie Lodge.*

C'est un grès feldspathique micacé. Le grenat est brisé dans des directions grossièrement perpendiculaires à celles de la schistosité de la roche et ses cassures sont remplies par le mica même qui charge le grès. Il y a de la chlorite incluse dans le grenat mais sans minéraux titanifères.

Nous voyons ce grenat comme un élément ancien produit lors d'un métamorphisme originel. Il fut altéré, puis brisé par des actions dynamiques subies par la roche, et c'est consécutivement à ces actions dynamiques que prit naissance la structure actuelle bien typique des couches (dites granulites par les auteurs anglais) du Moine.

3° *Un micaschiste à grenat de Ballachulish.*

On voit encore, comme dans la première roche, un stade à *stress* intense avec grenat. La décomposition chloriteuse de celui-ci suivit : la chlorite formée le fut sans exsudation titanifère ; elle est donc bien une chlorite de grenat et non une chlorite de primitive biotite. Il n'y a pas ici de biotite contemporaine du grenat qui ne contient en inclusions que les grains de quartz du dépôt primitif. La biotite ancienne cristallisa après le grenat et en dehors de celui-ci, marquant, avec du mica blanc associé, la *stress* ; elle est chloritisée. La biotite récente remplit les fentes correspondant à des cassures du grenat ; ces cassures marquent un stade légèrement cataclastique. Elle imprègne en outre épitaxiquement la chlorite de décomposition du grenat. Elle se présente comme une biotite de *détente*. C'est, à n'en pas douter, au granite de Ballachulish qu'elle doit son existence (Pl. XIV, 1).

De l'examen pétrographique de ces trois roches on prend de

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

suite conscience de leur histoire en tensions et détentes. C'est la généralité d'une telle histoire que nous allons mettre en évidence dans l'étude qui suit, cherchant à montrer quels furent les rythmes du métamorphisme des vieux terrains des Highlands.

LE MATÉRIEL PÉTROGRAPHIQUE AUX ALENTOURS D'INCHNADAMPF ET DU LOCH ASSYNT

Je dirai d'abord ce que sont les roches des terrains au voisinage d'Inchnadampf et du Loch Assynt, ne voulant d'ailleurs que les caractériser rapidement.

Les gneiss Lewisiens.

La matière des gneiss lewisiens de la région est essentiellement amphibolique. Les échantillons les plus courants qu'on en peut récolter montrent une roche grenue de quartz et de feldspath calcosodique acide (très voisin de l'albite) à amphibole vert bleuâtre. Le quartz présente cette première particularité de contenir très fréquemment des inclusions de petites et minces lamelles hexagonales d'ilménite qui se caractérisent par leur couleur de réflexion brun jaunâtre. Ces inclusions sont souvent disposées en files. Nous avons eu déjà l'occasion de signaler le même trait dans les quartz du *rapakawi* finlandais [1]. En outre, les quartz de ces gneiss contiennent de longs et fins cheveux de rutile, tordus et tronçonnés, qui vont souvent d'un individu de quartz à son voisin, comme on en trouve couramment dans les quartz des roches granitiques à mica blanc dites *granulites* par les auteurs français.

De la biotite brune, associée au quartz ou formant parfois des paquets, est principalement localisée dans l'intervalle des cristaux de feldspath ; ses cristaux se moulent sur l'amphibole. Il paraît bien net que cette biotite fut postérieure tant au feldspath qu'à l'amphibole. Elle se forma après un dérangement des cristaux de ces minéraux.

On voit en outre, traversant les feldspaths de part en part, des files d'inclusions de menus cristaux à contours arrondis de calcite. Les feldspaths sont séricitiques. Des cristaux de magnétite associés souvent à la pyrite chargent les gneiss.

La route qui, après avoir longé le Loch Assynt, se dirige vers

1. *Loc. cit.*

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

Lochinver traverse une zone où le Lewisien prend l'allure de roches rubanées. On voit dans de telles roches des zones de feldspaths acides sans macles ou à macles rares dont la nature est certainement la même que celle des feldspaths des gneiss grenus. L'amphibole, hornblende verte, est elle-même disposée en zones ; du quartz s'y associe poecilitiquement. Il y a des trainées de grains de sphène, et de nombreux petits cristaux de zoïsite et d'épidote. La roche est en outre chargée de grains de magnétite, partiellement rubéfiée. Cette zone paraît résulter de la recristallisation d'un matériel éruptif basique préalablement décomposé.

D'ailleurs, en examinant les affleurements de gneiss grenu bien développés au fond du fjord de Lochinver et qui montrent une structure fluidale et bréchoïde complexe, on prend conscience qu'une longue histoire dut être celle qui a conduit à la forme actuelle des gneiss lewisiens ; histoire qui met en évidence des altérations et des rajeunissements d'un matériel primitif principalement basique.

Les travaux de Peach, Horne et Teall sur ce vieux Lewisien [1] comportent tous les éléments qui permettraient d'écrire cette histoire mais, ici, nous ne voulons parler que de ce que nous avons vu et l'on nous a trop peu montré du Lewisien pour que nous en disions autre chose que ce qui précède. Nous discuterons cependant la question de son âge dans le Précambrien un peu plus loin.

Le Torridon et le Cambrien.

Suivant l'ordre des superpositions stratigraphiques nous envisagerons un instant le grès de Torridon, voulant d'abord rappeler que c'est un *grès rouge* reposant directement sur le Lewisien décomposé. Ses grains de quartz sont arrondis ; des feldspaths très séricitiques leur sont associés et le ciment général est séricitique.

Il forme à ses niveaux de base des alternances de bancs massifs à grain relativement fin avec des lits de matériaux plus grossiers. On y trouve des galets à facettes et ce fait, joint à l'observation de l'arrondissement des grains de quartz, nous est une preuve que ses matériaux furent façonnés par le vent ; mais c'est évidemment en milieu aqueux que leur épandage s'accomplit.

Il faut noter que les grains de quartz du grès de Torridon, là

1. The Geological Structure of the North-West Highlands of Scotland. *Mém. Geol Survey*, 1907.

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

où nous l'avons observé, aux bords du Loch Assynt, sont chargés de lamelles d'ilménite et de cheveux de rutile comme il en est pour les quartz du gneiss lewisien. Nul doute que ces grains de quartz ne proviennent de la désagrégation du gneiss.

Au-dessus du grès de Torridon, en discordance avec lui, ou directement sur le Lewisien, vient se plaquer la série cambrienne. Les différents termes en sont trop classiques pour que nous insistions. Je veux cependant dire, à leurs propos, une ou deux choses pour les caractériser pétrographiquement.

Le *Bazal quartzite*, le *Pipe rock*, le *Serpulite grit* font une série de grès plus ou moins cohérents dont le grain va diminuant de bas en haut. Ces trois roches, principalement riches en grains de quartz bien arrondis, montrent, ainsi que faisait le Torridon, des quartz chargés de lamelles d'ilménite et de cheveux tronçonnés de rutile tels que ceux du Lewisien. C'est encore aux dépens de la matière de ce dernier qu'ils se sont constitués. Le vent a eu sa part dans la formation de leurs matériaux, mais ils se sont sans aucun doute sédimentés dans l'eau et on doit les prendre pour des sédiments marins.

Entre le Pipe rock et le Serpulite grit s'intercale le *Fucoïd bed*. C'est encore un grès, mais très micacé et dont le grain est beaucoup plus petit que celui des trois termes mentionnés. La roche est dolomitique et, d'autre part, ses matériaux sont excessivement riches en feldspaths bien formés qui résultent de la nourriture de menus débris de cristaux de microcline.

Au niveau des Serpulite grits, on trouve en abondance un petit organisme ayant la forme d'un cornet. C'est à cet objet qu'a été donné le nom de serpulite ou celui de saltarelle. Ses sections montrent au microscope une paroi fort épaisse faite d'un mélange de cristaux très petits de quartz et de feldspath. Ce mélange est chargé de menus prismes hexagonaux d'apatite et de rhomboèdres à rapporter à la mésitine. L'organisme en question était un organisme à test agglutinant. Il vivait dans une zone de sédimentation fine qui prolongeait en mer les fucoïd beds et où il trouvait matière à son test qu'il imprégnait de phosphate de chaux. Il fut chassé vers le rivage soit par les mouvements même de la mer, soit par suite d'une émersion momentanée, et fut finalement entraîné par le vent. Il se mélangea aux grains de quartz et de feldspath de sables plus grossiers que son milieu d'origine et finit au bout du compte par être sédimenté avec eux. La diagenèse du dépôt permit ensuite la cristallisation du phosphate de chaux sous forme d'apatite et la formation de mésitine.

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

Au-dessus de ces couches gréseuses se place la *dolomie de Grudailh*, puis la masse essentielle des calcaires marmoréens, *calcaires de Durness*, qui terminent la série cambrienne.

Gneiss mylonitiques.

Les *thrusts* de la région d'Inchnadampf cisaillent en écailles tous ces terrains et amènent, comme c'est le cas au Loch Glencoul, le gneiss lewisien, *old boy* des géologues écossais, à surmonter les divers termes du Cambrien.

Le gneiss du contact de charriage est mylonitique ; sa séricitisation feldspathique fut intense. Ses micas biotites furent étirés, convertis eux-mêmes en séricite, et le titane fut exsudé sous forme de très menus cristaux de rutile.

On notera qu'aucun métamorphisme n'a atteint le gneiss après son broyage. Il n'a subi que sa diagenèse normale dans la zone de cémentation.

Les roches alcalines du Loch Borolan.

La plus curieuse de ces roches est la *borolanite*, bien connue de tous ceux qu'intéressent les roches éruptives. Je rappelle que c'est une syénite à pseudoleucite et à grenat mélanite : ce qui fut à l'origine de gros trapézoèdres de leucite est devenu un agrégat de cristaux d'orthose. C'est le résultat d'un jeu bien connu des pétrographes et qui met en évidence l'instabilité de la leucite en dehors des conditions de la fusion purement ignée. Au grenat et à l'orthose est associée, dans les gisements de cette roche que nous avons visités, une biotite verdâtre. Les grenats sont chargés de sphène. L'orthose, probablement sodique, est un édifice à très fines macles du type de celles du microcline mais à une direction dominante. Ce que j'en ai pu observer me rappelle les microclines à seules macles suivant (010) que j'ai signalés jadis dans les microgranites non calciques ardennais et que M. A. Lacroix a trouvés de son côté dans les roches alcalines. La borolanite contenait de la néphéline mais on n'en voit que le cadavre des cristaux maintenant transformés en zéolites.

L'intérêt principal de ces roches est de nous montrer des déformations mécaniques assez intenses. On reconnaît que ces déformations se produisirent postérieurement à la pseudomorphose des leucites en orthoses. Cependant, lors de la visite du gîte de Allt a'Mhuilinn, M. P. Eskola découvrit que des filonnets

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

de même nature traversent les borolanites à pseudoleucites déformées [1].

Aux borolanites sont associées divers autres types de roches dont des syénites à pyroxènes (augites ferriques passant à leur pourtour à des amphiboles).

Les couches du « Moine ».

C'est à partir de l'affleurement de la surface du grand *thrust* qu'on voit se développer les couches dites du Moine qui forment, à l'Est, la plus grande partie du pays jusqu'au *Grand Glen*, d'où le nom de *Eastern Schists* qui leur est souvent donné.

Sous leur forme de granulites, au sens anglais et germanique du mot, elles ont un faciès d'une incroyable uniformité. Elles forment un grès micacé qui évoque l'idée d'un psammite. De tels grès sont ou ne sont pas chargés de grenats, et contiennent, avec du mica biotite, plus ou moins de mica blanc.

Nous avons montré plus haut, d'après la description d'un type à grenat, qu'ils ont tout une histoire. On voudrait essayer de préciser cette histoire, car ce sont les *Eastern schists* qui posent le grand problème du Précambrien d'Écosse. C'est ce que nous allons faire dans les lignes qui suivent.

L'HISTOIRE DES ROCHES DES COUCHES DU « MOINE »

Divisions pétrographiques.

Les géologues anglais distinguent trois termes pétrographiques dans les couches du Moine : 1) les granulites siliceuses ; 2) les micaschistes pélitiques ; 3) les quartzites de Scaraben. Certaines dispositions locales (synclinal de Creag Scalabsdale, Helmsdale river) invitent à penser qu'ils se suivent stratigraphiquement dans l'ordre d'énoncé.

Les granulites siliceuses sont les roches psammitiques les plus typiques de la formation. J'en ai déjà donné la composition. Les micaschistes pélitiques sont essentiellement des micaschistes ; ils sont beaucoup plus micacés que les granulites siliceuses. Les quartzites de Scaraben sont relativement rares et peu développés.

1. E. B. Bailey et W. J. Mac Callien. *Geol. Mag.*, vol. LXXI, n° 846, 1934, p. 554.

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

Rapports avec le Lewisien.

Le long de la surface du *thrust* on ne trouve aucun contact normal entre les couches du Moine et l'une quelconque des roches précédemment décrites, du Lewisien, du Torridon ou du Cambrien. Mais dans le Ross-shire, à l'Est du *thrust*, on voit, au sein des couches du Moine, des roches lewisiennes. On constate qu'une discordance se manifeste des couches du Moine sur le gneiss lewisien et l'on observe parfois un conglomérat de base. D'autre part, Read [1] attribue au Lewisien, dans le Sutherland central, des roches amphiboliques. En ce point, cependant, il n'y aurait pas discordance entre le Lewisien et ces roches mais « interbanding ».

Des intrusions basiques et acides qui traversent à la fois le Lewisien et les couches du Moine du Sutherland montrent, d'après Read, quant à leur matière, un même état métamorphique et rappellent les dykes pre-Torridon de l'autochtone et ceux qui sont associés aux inclusions lewisiennes du Ross-shire. Ces faits suggèrent au savant géologue anglais l'idée que les derniers événements métamorphiques ayant affecté la série du Moine et les roches de type lewisien sont équivalents et que ce métamorphisme fut de date pre-Torridon. L'argument est peut-être un peu mince, parce qu'il ne semble pas nettement prouvé que les roches amphiboliques du Sutherland central saisies parmi les couches du Moine soient lewisiennes.

Le vieux granite de Inchbae Carn-Chuinneag.

Les relations d'un vieux massif granitique, maintenant transformé en *Augengneiss*, avec les couches du Moine sont, à mon sens, le fond même de la question du Moine. L'étude de ces relations fut principalement l'œuvre de Peach et de Sir John Flett [2].

La région où affleure ce vieux granite est à mi-distance entre le front du *thrust* et la ligne du Grand Glen ; elle est en plein « Moine-schist ». Nous fûmes conduits aux flancs du Carn-Chuinneag par Bailey. Partant du petit Loch Bad a Bathaich nous montâmes vers l'ensellement qui le sépare du Loch Morie, et c'est

1. The Geology of Central Sutherland, *Mém. of the Geol. Survey*, Scotland, 1931.
2. *Geol. Mag.*, Décade V, vol. VII, 1910, p. 337.

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

là qu'il nous fut donné d'examiner les cornéennes fameuses faites aux dépens du matériel originel des couches du Moine.

Mais rappelons de suite, pour l'intelligence du sujet, les faits remarquables d'ordre géologique établis par les géologues écossais ; après quoi nous examinerons des détails pétrographiques.

Un granite a fait éruption dans les couches du Moine, avant que celles-ci n'aient atteint l'état qui les caractérise maintenant. Ce granite produisit, à son contact, des cornéennes : sur une certaine épaisseur, il y eut donc durcissement des terrains. Lors des mouvements qui survinrent par la suite, les cornéennes, les couches du Moine non transformées, le granite se comportèrent comme des matières d'inégale plasticité. Le granite devint l'orthogneiss œillé typique que l'on observe, les couches du Moine non transformées, passives sous les tensions appliquées au matériel, se déformèrent, mais les cornéennes, roches dures, résistèrent aux actions déformantes et jouèrent « en masse » lors de l'application des tensions : elles nous livrent à peu de choses près l'état primitif du matériel du Moine.

Telles sont les conclusions auxquelles aboutirent les géologues écossais. Nous y ajouterons des remarques pétrographiques.

État actuel des cornéennes.

Elles montrent une structure originelle à « bedding » entrecroisé. Flett les considère comme ayant primitivement été des boues sableuses. Elles contiennent des grenats. Ceux-ci sont pénétrés par la biotite qui fait, avec le quartz et des feldspaths, le fond de la roche. Certains échantillons montrent les vestiges de cristaux d'andalousite, mais ce minéral, tout en conservant ses formes, est maintenant pseudomorphosé en disthène et mica blanc. On voit aussi parfois de la sillimanite.

Nous nous arrêterons un instant à ces fait pour en déduire qu'ils témoignent d'une histoire complexe de la roche. A mon avis, le temps de production du grenat ne peut être le même que celui de la biotite. Il est certainement antérieur au temps de cette dernière. Les cristaux, isolés les uns des autres, sont eux-mêmes parfois réduits à des morceaux sans contacts l'un avec l'autre, témoignant d'altérations avant la production de la biotite. Ce qui relève du métamorphisme granitique me paraît être seulement l'andalousite et la biotite, peut-être aussi la sillimanite ; et ce métamorphisme se produisit dans une roche où le grenat était déjà formé.

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

Histoire du granite.

Ce que nous avons vu sur le terrain nous amène à penser que le granite a accompli sa montée dans des couches déjà plissées. On le constate sur les pentes qui dominent Kildermorie Lodge où l'on voit que de fortes enclaves de cornéennes courbées en charnières sont prises dans le granite et traversées par de multiples filonnets issus du granite et non plissés.

Nous attribuons à cette phase de plissement, peu intense et probablement à grand rayon de courbure, la production du grenat dans cette partie des couches du Moine. Le métamorphisme n'alla pas, d'ailleurs, au delà de la production du grenat et ne produisit aucun changement de structure de la roche.

C'est seulement après ce premier plissement que le granite a fait éruption pendant la détente consécutive de cette première et faible tension. C'est un granite de substitution aux terrains parmi lesquels on le trouve : on voit à Inchbae qu'il est grenatifère.

Le granite émit des apophyses dans les cornéennes, et particulièrement de petits filonnets à quartz bleu et oligoclase où de la biotite est largement développée d'autre part et richement dotée d'auréoles polychroïques. On peut remarquer que la biotite se voit entre les oligoclases dans une position telle que le domaine qu'elle occupe semble être dû à la désagrégation des éléments quartzeux et feldspathiques de la roche. Nous ne sommes pas sûrs que ces biotites proviennent du granite et nous sommes tentés de rattacher l'ère de leur production à celle de la formation des faciès typiques du Moine.

Pour nous faire bien comprendre, il faut que nous disions notre pensée sur l'élaboration de ces faciès.

Déformation et métamorphisme.

Nous avons indiqué un peu plus haut que les géologues écossais ont démontré que les cornéennes soumises aux actions dynamiques qui ont suivi leur constitution jouèrent en masse et qu'elles résistèrent au métamorphisme qui atteignit d'autre part le granite et les schistes ou grès intacts. La question est de savoir ce qu'est le temps du métamorphisme par rapport à celui des actions déformantes. Nous ne voyons pas, quant à nous, qu'actions déformantes et métamorphisme soient rigoureusement contemporains dans le cas étudié. Effectivement, nous n'enregistrons les vestiges d'aucune *stress* violente dans les faciès actuels des couches du Moine.

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

Le psammite grenatifère dont nous avons donné la diagnose au début de cette étude nous a bien montré des grenats brisés, mais ils furent récimentés par la biotite et altérés, *pro parte*, avant ce récimentage. Ces grenats ont incontestablement subi des actions dynamiques intenses, mais qui furent antérieures au temps de la biotite. Quelle que soit l'époque de leur production par rapport au temps de la mise en place du granite, c'est aux actions dynamiques déformantes, tant du granite que de l'ensemble des couches du Moine, qu'ils doivent d'avoir été brisés, car les grenats des cornéennes n'ont pas été brisés mais seulement décomposés anciennement, protégés, qu'ils étaient, par la tenue massive de la cornéenne. Ainsi nous apparaît-il que *l'action dynamique déformante fut antérieure au métamorphisme général.* Peut-être, d'ailleurs, très peu antérieure, le métamorphisme des matériaux du Moine s'étant produit sans doute sous l'influence d'une tension décroissante : détente progressive après le temps de la déformation.

Si cette déformation n'atteignit pas intensément les cornéennes pour la raison qu'en ont donné très justement Peach et Sir John Flett, elles ne laissèrent pas cependant d'y imprimer leur marque, et c'est ainsi que l'andalousite fut convertie en disthène ; mais, en outre, quelques brisures se produisaient çà et là et particulièrement aux lignes de discontinuité des filonnets, qui faisaient jouer les cristaux de feldspath et de quartz l'un contre l'autre et favorisaient la désagrégation pendant la détente ultérieure, créant ainsi les vides où se forma la biotite des filonnets vus à Kildermorie. Les arguments développés par les géologues écossais dans l'explication de la feuille 93 (p. 55) de la Carte géologique d'Écosse [1] pour démontrer que la déformation du granite originel est contemporaine de la schistosité des sédiments du Moine ne viennent en aucune manière infirmer ce que nous venons d'exposer. Le fait que la schistosité traverse dans la même direction la roche ignée primitive et la roche sédimentaire du contact montre simplement que le développement des minéraux de métamorphisme a été influencé par le sens de la schistosité.

Tableaux de l'histoire des « Moine schists ».

Toute l'argumentation qui vient d'être exposée ne vise qu'à montrer la complexité de l'histoire des granites inclus dans les

1. The geology of Ben Wyvis, Corn Chiunneag, Inchbae and the surrounding country. 1912.

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

« Moine schists » et celle de ces « Moine schists » eux-mêmes, et comment les détentes succèdent aux tensions. Elle nous permet d'écrire un acte de l'histoire des sédiments du Moine dont les tableaux successifs seraient :

1° Le plissement large des couches et la formation des grenats, correspondant à un premier état de tension du matériel. Des venues éruptives basiques largement développées dans le Nord du massif de Carn-Chuinneag dateraient de ce temps.

2° La mise en place du granite de Carn-Chuinneag et la production des cornéennes massives, qui témoignent d'une ère de détente.

3° La déformation générale du granite et sa mylonitisation ; la déformation du matériel originel des « Moine schists » hormis celle des roches qui étaient transformées en cornéennes et qui jouèrent en masse basculante. Des fêlures se produisent dans les cornéennes. L'andalousite se transforme en disthène. Les cristaux de grenats des schistes gréseux sont brisés. Tous phénomènes qui témoignent de tensions violentes.

4° Suite immédiate à ce troisième tableau, mais accomplie *en détente* pendant la décroissance de la tension : la transformation des matériaux atteints par les actions dynamiques. La mylonite granitique devient l'*Augengneiss* ; les couches typiques du Moine prennent leur état actuel de grès psammitique ; la biotite pénètre partout où elle peut et imprègne les fumées aplitiques issues primitivement du granite.

L'état mylonitique des grès psammitiques au contact de la surface de charriage indique avec sûreté que l'ensemble de cet acte est antérieur au *thrust*. Et d'ailleurs aucune des roches éruptives atteintes par les actions dynamiques provoquées par le *thrust* n'a recristallisé.

Les détentes et les tensions que nous venons d'enregistrer ne se datent malheureusement pas par rapport au dépôt des couches cambriennes.

LES COMPLEXES GRANITIQUES ET LES GRANITES RÉCENTS DANS LES COUCHES DU « MOINE »

Ayant exposé les relations des « Moine schists » avec le massif granitique ancien nous devons, pour bien comprendre l'histoire métamorphique de ces couches, étudier leurs rapports avec d'autres massifs ou venues granitiques.

C'est sous la conduite de Read qu'il nous fût donné de faire sur le terrain les observations que je vais rapporter. Nous étudierons comment se trouvent les couches du Moine par rapport

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

aux granites ou ensembles granitiques de Lairg-Rogart, de Helmdale et du Loch Choire-Strath Hallidale.

Les complexes d'injection.

Je commencerai par la relation de ce qui a trait à Strath Hallidale. Il s'agit d'un complexe, dit *Complexe d'injection* par les géologues écossais, où diverses manières de granites et de roches éruptives se mêlent, et qui s'étend du Nord de l'Écosse, à la limite du Sutherland et du Caithness, descendand vers le Sud, jusqu'au Loch Choire dans le Sutherland central. Nous l'avons étudié dans la partie que l'on traverse lorsqu'on remonte la vallée de Helmsdale river et que l'on atteint à Suisgill.

Le principal intérêt du lieu est de montrer un beau développement de micaschistes, correspondant au matériel originellement pélitique des couches du Moine, et l'association de ces micaschistes avec un granite clair leucocrate du type de celui que les géologues français dessinent sur les cartes avec la couleur violette de la « granulite ». Le micaschiste est du type habituel. On y trouve en abondance de la sillimanite. Le granite leucocrate qui l'injecte, l'imbibe en même temps abondamment à ses contacts, et il se fait des brèches à gros morceaux granitisés de micaschiste dans le granite. Le granite est lui-même oligoclasique ; il est à mica blanc et il montre tous les caractères des « dernières venues » de massifs granitiques.

Les relations des couches du Moine et des matériaux granitiques injectés nous paraissent obscures. Il y a sans doute antériorité de constitution des roches du Moine, dans leur état métamorphique définitif, à l'imbibition et à la pénétration par ces granites. Mais les imbibitions et les injections se répétèrent et l'on a, en certains cas, du mal à discerner la part du matériel ancien et celle du matériel nouveau dans l'affleurement observé. Nous avons même l'impression, malgré l'opinion de Read, que le granite leucocrate est contaminé, ayant déjà digéré et assimilé du matériel du Moine quand il a pris place en filons.

Quant à l'époque des injections, Read [1] est d'avis qu'elle est à situer très peu de temps après la production du métamorphisme général du Moine si elle n'est pas contemporaine de celui-ci. Il considère que l'injection et les mélanges formés n'ont pu se produire que si une température élevée prévalait sur de grandes aires. C'eût été précisément le cas dans le Sutherland central encore chaud du métamorphisme général du Moine.

1. *Loc. cit.*

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

Si l'on peut discuter sur le temps de l'établissement du complexe d'injection par rapport au temps du métamorphisme général des couches du Moine, aucun doute n'est plus possible lorsqu'il s'agit de fixer des relations de ces dernières tant avec le granite de Lairg-Rogart qu'avec celui de Helmsdale. Ces granites sont nettement postérieurs au Moine métamorphique. L'un d'entre eux a agi sur ce dernier, et l'on va dire comment.

Le granite de Lairg Rogart.

Le granite de Lairg Rogart est une granodiorite amphibolique. On y voit de grandes oligoclases et de grandes orthoses. Des myrmékites d'oligoclase et de quartz pénètrent d'autre part dans l'orthose.

Il y a tous les passages pétrographiques entre le granite et la roche typique du Moine. On voit d'abord qu'une roche plus largement cristalline s'est formée ; puis prend naissance une roche finement grenue orthosique à pénétration en myrmékite des plagioclases dans l'orthose ; enfin la roche, encore plus transformée, ne se distingue en rien de la granodiorite si ce n'est par l'absence d'amphibole dont la place est tenue par le mica noir.

D'ailleurs, dans ce matériel transformé par imbibition, on voit, au voisinage immédiat du granite, de nombreux filonnets aplitiques qui se recoupent l'un l'autre et finissent par former, avec les lits fortement imbibés, des zones de mélange intime.

Dans les couches du Moine de Lairg Rogart on voit d'autre part, en dehors du granite, des parties amphiboliques. Bailey les croit, en tant que matériel original, postérieures au métamorphisme général mais antérieures à la granitisation. On se demande si la formation même du granite amphibolique de Lairg Rogart ne leur serait pas due. Le granite considéré serait, à la manière normale, un granite de substitution et les parties des couches du Moine plus ou moins imbibées représenteraient des étapes vers la granitisation intégrale.

Le granite de Helmsdale.

Le granite de Helmsdale se différencie du précédent quant à ses caractéristiques géologiques en ce qu'il n'injecte pas les lits des couches du Moine. Il montre vis-à-vis de celles-ci l'indifférence qui fut parfois attribuée à ce qu'on a nommé les « granites éventés ». De fait, au lieu de s'étendre en pente douce sur les terrains de ses contacts, il touche ces derniers quasi verticale-

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

ment. Il est porphyroïde sur sa bordure et montre un grain fin en son centre. Et ces manières de gisement et de structure tendent à le rapprocher, au moins quant à ses conditions de genèse, du granite du Ben Nevis situé près du Grand Glen, au Sud-Ouest, dans les terrains du Dalradien.

Mais si l'on examine la composition du granite de Helmsdale quand il est à grain fin, on constatera que c'est un granite oligoclasique à myrmékites d'un type bien voisin de la roche réalisée par l'imbibition maxima des contacts du granite de Lairg Rogart. Et cela nous est une raison de penser qu'il tire encore sa matière du matériel parmi lequel on le voit.

Rapport des entités granitiques récentes avec le Moine.

Il nous apparaît donc, en fin de compte, que les granites et masses d'injections granitiques qui viennent d'être cités sont de formation postérieure au métamorphisme général du Moine.

Quant à l'âge relatif de l'un par rapport à l'autre, on a le sentiment que le dernier venu serait le granite d'Helmsdale. Quoi qu'il en soit, ils montrent tous ce caractère particulier d'être très largement chargés d'oligoclase par rapport à leur charge d'orthose et donc d'être des granites où l'élément sodique joue un rôle important.

Read attire l'attention sur le caractère sodique des zones d'injection et souligne que la soude fut introduite par effet magmatique, la richesse en soude étant limitée au complexe d'injection tandis qu'en dehors de celui-ci les roches analogues de la même formation sont potassiques.

On saisirait, me semble-t-il, le mécanisme chimique de la formation du magma granitique ; le déplacement se faisant de la potasse par la soude dans les sédiments imbibés comme nous avons jadis montré qu'il en fut dans les microgranites [1]. Des fumées deviendraient de plus en plus potassiques, aptes à former, quand elles se fixent, des roches de caractère potassique ; ce qui est réalisé dans les amandes pegmatiques qui chargent abondamment çà et là les couches du Moine. Mais l'évidence de la complexité des phénomènes naturels invite à ne pas développer les idées vagabondes qui pourraient venir à l'esprit.

Si les massifs éruptifs granitiques dont les qualités viennent d'être exposées sont postérieurs au métamorphisme général du

1. Étude comparative de quelques porphyroïdes françaises. *Bull. Soc. fr. de Min.*, t. XXXII, p. 174-304, Paris, 1909.

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

Moine, on peut se demander quel est leur âge par rapport au grand *thrust*. Effectivement, nous avons montré que le granite de Inchbae Carn-Chuinneag devait son caractère d'orthogneiss à un phénomène antérieur au charriage et nous avons constaté que le charriage, à l'affleurement des roches cambriennes, n'avait eu que des effets de déformation ; la question se pose de savoir si les massifs granitiques envisagés se sont mis en place avant, pendant ou après ces déformations.

Les déformations peuvent avoir atteint les couches du Moine dans leur ensemble ou s'être fait sentir avec intensité sur leur matière. Les couches du Moine sont plissées, cela est hors de doute, et des granites que l'on peut apparenter soit au granite de Helmsdale, soit au granite de Lairg Rogart, recoupent les plis formés. Tel est le cas net du *Fearn granite* dont la masse se développe à l'Ouest du Carn-Chuinneag. D'ailleurs, on n'a pas de peine à concevoir que les granites de Lairg Rogart ou de Helmsdale ne soient nettement postérieurs à ces plis. Mais on peut admettre que l'ère de formation des plis est contemporaine de la mylonitisation du granite de Carn-Chuinneag et a précédé le métamorphisme même du Moine.

Des déformations plus intenses ont atteint, après son métamorphisme, le matériel du Moine (*Mullion structure*, structure cannelée, au pont de Oykell immédiatement à l'Est de l'affleurement du front du *thrust*) et se sont accomplis lors du charriage. C'est par rapport à ces déformations qu'il faut dater les granites.

Ces déformations n'atteignent pas les multiples filonnets émis par le granite de Lairg Rogart et les couches injectées ne sont pas, non plus, déformées ; aussi n'y a-t-il pas de doute que ce granite ne leur soit postérieur.

Quant au granite de Helmsdale, il est certainement le dernier venu : sa mise en place fut immédiatement antérieure au dépôt de l'*Old red* de la région. En sorte que le temps de la mise en place du granite de Lairg Rogart et du granite de Helmsdale paraît nettement postérieur au temps du charriage du Moine.

Quant aux complexes d'injection et aux granites qui s'y rattachent, si l'on admet avec Read que les phénomènes dont ils dérivent ont suivi de près le métamorphisme des matériaux du Moine, on les considérera comme antérieurs au charriage.

Cependant les granites leucocrates semblent s'être introduits petit à petit dans les roches du Moine d'abord en injections amygdalaires sur lesquelles le micaschiste a joué mécaniquement, puis en filonnets recoupants intacts. Aussi, nous demandons-nous s'il n'y aurait pas lieu d'appliquer aux complexes d'injec-

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

tion les idées qui viennent à l'esprit après examen des borolanites déformées recoupées par les filonnets découverts par Eskola [1], et si ces granites leucocrates ne seraient pas arrivés pendant les vibrations de tensions et détentes de la fin du charriage ; étant, en gros, post-Cambrien et contemporains des borolanites ? On ferait ainsi du complexe d'injection quelque chose de beaucoup plus tardif que le métamorphisme des couches du Moine.

« MOINE SCHISTS » ET LEWISIEN DANS LES TEMPS GÉOLOGIQUES

Suite à l'histoire du « Moine ».

Si l'on prend en considération tout ce que nous venons de dire, on pourrait écrire, en suite des quatre tableaux du premier acte que nous avons donné plus haut, un second acte qui serait nécessairement post-cambrien et comprendrait les tableaux suivants :

1° Intrusions alcalines dans le Cambrien, puis transformation des roches à leucites en borolanites ; début des intrusions leucocrates des complexes d'injection.

2° Déformations dues au *thrust*, accompagnées lors des détentes successives de la fin du phénomène, de réinjections alcalines et de la principale mise en place des granites leucocrates.

3° Mise en place du granite de Lairg Rogart.

4° Mise en place du granite de Helmsdale.

Après la grande poussée et les spasmes qui la suivirent, pendant lesquels se constituèrent les complexes d'injection, il n'y eut plus que détentes accompagnées de montées granitiques. Auparavant, tant le dépôt du Torridon que le dépôt du Cambrien correspondaient à des subsidences qui accusent encore la détente.

Les « Moine schists » envisagés dans le Précambrien.

Si l'on adopte la thèse qui fait du matériel originel des couches du Moine des sédiments précambriens, et si l'on considère avec Read [2], que leur métamorphisme fut lui-même d'âge précambrien, on peut essayer de se représenter ce que ces couches seraient dans le Précambrien lui-même.

1. Voir plus haut.
2. *Loc. cit.*

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

C'est un fait très général que les terrains précambriens comprennent, dans les régions où ils sont développés, un étage ancien sur lequel repose en discordance un étage récent. Des subdivisions peuvent être faites dans l'étage ancien et dans l'étage récent et des discordances s'observer aussi parmi les terrains de l'un et de l'autre mais, en gros, la division en deux parties principales s'impose, séparant l'Archéen de l'Algonkien suivant la conception ancienne. Si nous nous référons à la Finlande, nous dirons que la partie ancienne est représentée par le Svionien-Bothnien et la partie récente par le Carélien. Dans l'hypothèse de l'âge précambrien des « Moine schists », il nous paraît conforme au bon sens qui résulte de l'état actuel des observations d'assimiler les gneiss lewisiens au Svionien-Bothnien et les « Moine-schists » au Carélien. Ces derniers, comme les termes principaux du Carélien finlandais, montrent un développement intense de formations originellement gréseuses.

A la fin du Carélien, s'est produit en Finlande la discordance hoghlandienne, puis des « grès rouges » se sont épandus : c'est le temps du Jotnien, qui représente l'étage du Précambrien supérieur. Nous considérons le Torridon comme l'équivalent du Jotnien.

Le Lewisien par rapport au Moine.

Le Lewisien sur quoi repose, en discordance dans le Rossshire, les couches du Moine est sous une forme qui n'étonne pas lorsqu'on a vu les faciès réalisés dans le Svionien et le Bothnien scandinave ; mais nous devons faire une remarque quant à l'état actuel des gneiss qui le composent.

J'ai dit plus haut que ces gneiss témoignaient d'une histoire complexe dont rend compte, par exemple, la zone rubanée qui traverse la route du Loch Assynt à Lochinver. On voit aussi, parfois, dans ces gneiss, des intercalations pegmatoïdes déformées qui correspondent à des injections dans les fentes d'arrachement d'un matériel primitif, mais qu'une recristallisation générale a soumises à un état nouveau. L'état du Lewisien, aux points observés, n'est vraisemblablement pas celui sous lequel il était au moment du dépôt du matériel originel des couches du Moine, et il résulte d'un rajeunissement accompli lors du métamorphisme même de celles-ci. Une certaine fluidité a été donnée à la matière lewisienne et les brèches cristallophylliennes que l'on peut voir à l'entrée du fjord de Lochinver se sont constituées.

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

L'ère orogénique du Moine.

Je ne crois donc pas que le Lewisien écossais soit l'équivalent du granite gneissique de Kolttakoengas (Boris-Gleb) du Nord de la Finlande [1]. Sans doute il tient, dans l'hypothèse envisagée, la place du Précambrien inférieur, mais c'est un Précambrien inférieur rajeuni, et son rajeunissement date du Carélien ou est immédiatement postérieur à ce moment.

Les traits qui, dans le Lewisien d'Écosse, auraient pu permettre de déceler des actions dues à des *Svécofennides* sont effacés ou peu nets. Il ne subsisterait que les traits des *Carélides*.

Mais l'étude des avatars des couches du Moine nous permet d'écrire l'histoire de ces Carélides avec beaucoup plus de précision en Écosse qu'en Finlande, grâce à la considération de l'orthogneiss du Carn-Chuinneag. C'est le premier acte en quatre tableaux que nous avons donné plus haut, et qui comprend, en ce qui concerne l'orogénèse, un premier plissement à large rayon de courbure, puis, après une détente et l'intrusion granitique, un vigoureux effort producteur d'actions dynamiques violentes immédiatement suivi du métamorphisme.

Cet effort violent, déformateur du vieux granite, et sous l'action duquel basculèrent les cornéennes, accentua sans aucun doute les plis antérieurement formés.

Certains états des roches du Moine sont garants de l'intensité des actions qui leur furent appliquées à ce moment. Des roches comme celles du Cnoc na Beiste, au Nord de Suisgill, sont particulièrement intéressantes à cet égard. On y voit la trace de plis aigus qu'on peut suivre par la répartition de nodules de fibrolite dont la matière originelle fut écrasée dans le sens de la schistosité actuelle. Cet écrasement contemporain de la production des plis aigus fut du temps des violents efforts qui mylonitisèrent le granite de Carn-Chuinneag avant tout métamorphisme. Pendant la détente qui diminuait progressivement la tension, la roche prit son aspect métamorphique actuel et sa structure de micaschiste granulitique, les micas s'orientant sous l'influence de la tension décroissante, le quartz et les feldspaths recristallisant en pleine détente.

Dans l'hypothèse de Read, c'est de ce moment que daterait la formation des complexes d'injection et la mise en place des granites leucocrates. Ce serait un dernier tableau de l'acte des *Carélides*. Pour nous, nous préférons l'hypothèse qui place ce tableau dans un acte post-Cambrien, qui serait donc *calédonien*.

1. *Bull. Soc. géol. de France*, 5e série, t. II, 1932, p. 145.

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

LE DALRADIEN

Le complexe du Loch Leven.

Allant vers le Sud-Est, passé la ligne du Grand Glen, on atteint la série des roches qui développent leurs affleurements aux bords du Loch Linnhe et du Loch Leven, formant ce qu'on nomme les « *Highland schists* ».

Il y a là tout un ensemble où s'associent des micaschistes, des quartzites, des calcaires, des ardoises. Les géologues anglais ont su établir une stratigraphie dans cet ensemble [1], et ils distinguent : à la base, des alternances de quartzites et de micaschistes où le niveau supérieur de quartzites (*Glen Coe quartzite*) est surmonté par la masse des micaschistes de Leven ; par-dessus quoi, stratigraphiquement, sont les couches de Ballachulish, faites d'abord de calcaires phylliteux rubanés, puis d'ardoises. Un niveau de transition, quartzophyllades d'alternances blanches et vertes, sépare les couches de Ballachulish des couches d'Appin. Celles-ci débutent par des quartzites feldspathiques que rendent typiques des petits galets, se continuent par des calcaires et se terminent par des phyllites verdâtres. Le dernier horizon visible est constitué par des ardoises (*Cuil Bay slates*).

C'est à l'aide de l'observation de *Current-beddings*, bien nets dans les quartzites, que Bailey a pu certifier les positions stratigraphiques des couches où les renversements et les plongements inversés sont nombreux.

Sous la première alternance de quartzites et de micaschites se tient l'important niveau de dalles quartzoschisteuses de Eidle (*Eidle flags*) qui paraît à certains représenter la transition entre les couches du Moine et les couches des Highlands. La roche est, pétrographiquement, un quartzite feldspathique à microcline ; elle est chargée de micas noirs et blancs, d'épidote, de zoïsite et de grenat. Elle montre une tendance à l'orientation du quartz par *stress*.

Les réactions à la *stress* des roches de toute cette série des Highlands furent fonction de leur composition minéralogique originelle. Lorsqu'il s'agit de quartzites, qu'ils soient chargés ou non de feldspaths, mais pourvu qu'ils soient peu micacés, on n'enregistre aucun effet de *stress*. La roche était dure au moment

1. E. B. Bailey. West Highland Tectonics : Loch Leven to Glen Roy. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. XC, pp. 462-525, 1934.

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

du métamorphisme ; elle avait déjà subi une diagénèse qui la rendait inattaquable. Les effets de *stress* ne se montrent que lorsque la roche devient micacée et qu'elle passe au micaschiste.

Les quartzites de Eidle, de Glen Coe ou de Appin se comportent ainsi comme roches de résistance, grâce à quoi ils ont gardé leur originelle structure à *current-bedding*.

Au contraire, on observe dans les micaschistes de Leven les traces de puissants effets de *stress*. Nous avons dit tout au début de cet article la structure de l'un de ceux que l'on trouve à Ballachulish même. La même structure se retrouve dans les micaschistes de même niveau que l'on recoupe au Glen Nevis. Les roches montrent encore du grenat qui ne contient en inclusion que les petits grains de quartz du matériel originel et pas de mica. Ce qu'on voit du grenat n'a pas de contours cristallins, mais chaque grenat est entouré d'une croûte constituée par un mélange de cordiérite et de mica noir limitée par un net contour de cristal. Les zones à traces de *stress* intense sont de quartz et de micas blancs et noirs ; elles font contraste avec des zones à mica noir chargées d'andalousite où le mica s'oriente transversalement par rapport au sens de la *stress* primitive ; ces zones à andalousite et mica sont des effets de détente.

On reconstitue facilement encore l'histoire de la roche : le matériel originel métamorphisé, dans une ambiance de *stress*, fournit un micaschiste à grenat ; puis se fit l'altération qui transforma le grenat en chlorite sur son pourtour ; enfin un nouveau métamorphisme, en détente, créa de la cordiérite, aux dépens des chlorites, et de l'andalousite en même temps que de la biotite par réactions des éléments du mica blanc sur ceux de la chlorite.

La position des roches étudiées tant à Ballachulish qu'au Glen Nevis ne permet pas de douter de l'origine du nouveau métamorphisme en détente : il est une conséquence évidente de la mise en place des massifs granitiques de Ballachulish (Creag Ghorm-Sgorr Dhonuill) et du Ben Nevis.

Mais l'on trouve, en outre, une autre manière d'être des schistes de Leven qui occupe en particulier la région de Spean River au Nord-Est du Ben Nevis. Il s'agit de schistes séricitiques chargés de mouches de mica noir qui tranchent par leur couleur sur le fond gris blanc de la roche. (Pl. XIV, 2.)

La biotite, en porphyroblastes, est de teinte brun verdâtre dans les lames minces ; elle contient en inclusions les petits grains de quartz de la roche qui se caractérise comme grès séricitique. Elle est associée à des cristaux de même taille d'une

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

chlorite verte, de biréfringence moyenne et d'*allongement négatif* dans les sections perpendiculaires au clivage. D'autre part, des sections favorables m'ont montré l'uniaxie de ces chlorites avec un très léger décrochement de la croix noire. Les cristaux en sont maclés par feuillets parallèles au clivage. On penserait à un chloritoïde si la réfringence n'en était trop faible pour qu'une telle assimilation puisse être faite. On a plus vraisemblablement affaire à un *clinochlore*. Les rapports de cette chlorite avec la biotite verdâtre montrent qu'elle fut antérieure à la cristallisation de cette dernière, mais elle est, comme celle-ci, un minéral de métamorphisme.

La roche comprend en outre des petits cristaux de tourmaline et une multitude de petits grains d'épidote et de zoïsite. Sans aucun doute, ces grains sont d'origine détritique ; ils participèrent au classement des matériaux : la roche étant légèrement litée (lits plus micacés et lits plus quartzeux), on voit que les grains sont plus gros dans les lits grossiers que dans les lits fins. La magnétite qui charge en outre la roche est plus abondante dans les lits fins que dans les lits grossiers ; elle est un élément de néoformation qui tient la place d'un pigment ferrique originel. Les grains d'épidote et de zoïsite, qui d'autre part offrent les caractères de petits cristaux prismatiques brisés, ont cette propriété de développer des auréoles polychroïques dans les biotites verdâtres qui ont saisi en se développant ceux qui se trouvaient dans le domaine d'accroissement de leurs cristaux. Cependant, les propriétés optiques sont bien celles de l'épidote pour les uns, de la zoïsite pour les autres, et l'on ne peut songer à faire l'assimilation avec l'allanite. Il faut les prendre pour des épidotes et zoïsites à émissions radio-actives. Lorsqu'on observe avec attention les schistes de Leven de Ballachulish on revoit les mêmes petites épidotes productrices d'auréoles polychroïques dans les biotites brun rougeâtre qui en caractérisent la phase de détente.

Je crois que ces remarques sont intéressantes, car elles montrent que les corps susceptibles de développer les auréoles polychroïques dans les micas des roches métamorphiques ne doivent pas être envisagés comme nouvellement imposés à celles-ci. Ils préexistaient, faisant partie d'un matériel originel détritique. Le développement de minéraux de néoformation, tels que les micas sur lesquels ils ont pouvoir d'action a seulement souligné leur présence.

Comparant, à l'aide de ces données diverses, les schistes de Leven de Ballachulish et du Glen Nevis à ceux de Spean River,

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

nous dirons que ces derniers résultent d'un métamorphisme moins intense que celui qui a donné les deux premiers. Dans l'histoire du métamorphisme infligé à la matière des sédiments originels, nous rapprochons le grenat du clinochlore, mais considérons la zone à grenat comme plus profonde que la zone à clinochlore. La zone profonde fut plus en *stress* que la zone moins profonde, et tandis que la biotite s'orientait nettement dans les roches de Ballachulish et du Glen Nevis, les porphyroblastes de biotite verdâtre croissaient en tous sens dans la roche de Spean River. La répartition des types plus ou moins métamorphiques est régionalement irrégulière ainsi qu'il résulte des études de Bailey, et il y aurait dans la région de Spean River à la fois des types à grenat et des types sans grenat ; ce que peuvent très bien expliquer les complications tectoniques postérieures au métamorphisme.

Après l'altération résultant de l'élévation des parties profondes dans la zone de cémentation, les venues granitiques ont agi comme nous l'avons indiqué, permettant en particulier une nouvelle génération de biotite à Ballachulish et au Glen Nevis, mais n'ayant rien à produire sur les schistes de Spean River envisagés qui se trouvaient trop loin des points de montée du granite.

L'âge de la série du Loch Leven.

Il y eut certainement un grand intervalle de temps entre le métamorphisme des couches de Leven et la mise en place des granites de Ballachulish et du Ben Nevis. On rapprochera volontiers l'âge de ces derniers, vu la similitude des gisements et les particularités de texture, de celui du granite de Helmsdale. Mais on voudrait pouvoir dater les couches originelles des *Highland schists*. Nous avons cherché si des remarques s'imposaient, qui puissent donner quelques idées sur cette question, à partir de l'examen des minéraux constituants des diverses roches quartzitiques. Voici ce qui nous semble seulement apparaître :

Le microcline est un élément abondant tant des Eidle flags que des Eidle quartzites du moins pour ceux de ces derniers qui touchent aux Eidle flags le long du Lag [1] de Fort-William, car nous ne le voyons pas dans les quartzites des bords du Loch Leven. Le quartz même de ces divers quartzites ne montre aucune particularité intéressante. Les Appin quartzites, d'allure

1. Pour la définition du Lag, voir : E. B. Bailey. *Quart. Journal Geol. Soc.*, vol. XC, 1934, p. 467.

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

graveleuse, sont chargés de gravelles ou petits galets de feldspath orthose de couleur rosée ; on n'y voit pas de microcline. Leurs cristaux de quartz sont chargés d'aiguilles de rutile en cheveux fins très souvent tronçonnés et tordus.

Cela posé, on rappellera que les Fucoïd beds contiennent eux aussi de menus cristaux de microcline. On n'ose, d'après cette minime observation, affirmer que les Eidle flags et quartzites soient contemporains du Cambrien et aient été engendrés par la même sédimentation que celle dont résultèrent les Fucoïd beds, mais on aime à le suggérer.

Les Fucoïd beds représentent, dans la série cambrienne d'Assynt, un horizon bathymétrique plus profond que les grès et quartzites auxquels ils sont associés. Ceux-ci furent alimentés partiellement au moins, par la désagrégation du Lewisen (quartz à lamelles d'ilménite) ou par le Torridon qui en dérivait lui-même ; ce qui n'est le cas ni des Fucoïd beds, ni des roches quartzeuses du niveau de Eidle. L'alimentation en microcline et en quartz des Fucoïd beds et de ces dernières serait à chercher, peut-être, vers le Sud ou le Sud-Est, l'autre bord par rapport au Lewisien de l'aire de sédimentation. Bien entendu, nous ne considérons pas les Fucoïd beds comme un niveau stratigraphique dans le Cambrien, mais comme un faciès qui peut apparaître à tout niveau de cet étage.

Ceci dit, qui nous fait imaginer que la base des Highland schists pourrait être cambrienne, nous ne savons que penser de l'âge des niveaux supérieurs représentés par les couches d'Appin. La seule présence de l'orthose et d'un quartz à rutile dans les quarzites n'est pas un caractère dont nous puissions tirer une idée particulière.

On aimerait aussi à dater l'âge du métamorphisme opéré sous *stress* violentes des schistes de Leven. L'on n'a malheureusement pas d'argument d'observation ; on n'a que des arguments de sentiment. Si l'on pense que le métamorphisme du Moine fut précambrien et si l'on admet l'âge cambrien des *Eidle flags*, l'on doit naturellement concevoir que les Highland schists forment une nouvelle série métamorphique postérieure à celle du Moine, mais nous sommes impuissants à la dater par rapport au grand *thrust*.

La question du « Moine » devant le cas des « Eidle flags ».

Si l'assimilation des *Eidle flags* avec le Cambrien est légitime, on est en droit de se demander ce qu'est le *Moine* par rap-

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

port à celles-ci. D'aucuns considèrent les *Eidle flags* comme le passage du Moine à la série de Leven : il s'agit de savoir si on doit les rattacher à leur mur ou à leur toit.

La question du microcline vient alors tout naturellement à se poser à propos des couches du Moine.

Les roches du Moine que j'ai observées dans le Sutherland montrent comme constituant feldspathique des orthoses et des feldspaths calcosodiques. Parfois, certaines de ces roches, lorsqu'elles sont au voisinage immédiat des complexes d'injection ou de granites comme celui de Lairg Rogart, montrent ce qu'on pourrait prendre pour un moiré-microcline. C'est en réalité un microcline de déformation, car on voit que la structure maclée, excessivement floue, du feldspath se produit contre les inclusions de celui-ci ou le long d'accidents, tels que cassures, ou contre les myrmékites réalisées d'autre part dans la roche. L'élaboration de ces pseudo-microclines se fit sous les influences qui tendaient, au voisinage des venues granitisantes, à changer la structure des roches du Moine. D'ailleurs, c'est la même sorte de feldspaths qu'on voit dans la masse des granites de Lairg Rogart ou de Helmsdale. Ce ne sont pas les microclines francs qui constituent la part feldspathique abondante des *Eidle flags*.

Mais il n'en est pas de même lorsqu'on envisage les couches du Moine qui affleurent en différentes régions au Sud-Est du Grand Glen où le Dalradien est principalement représenté. Les *Struan flags* qui sont, contre le Dalradien du Schichallion, un Moine typique sont essentiellement à microline, en ce qui concerne leur constituant feldspathique et se rattachent de la sorte aux *Eidle flags*. S'il faut attribuer quelque poids à l'argument du microcline dans les *Eidle flags* on devrait alors conclure que le sommet au moins des couches du Moine représenterait du Cambrien.

Arrivé à un tel point il devient très difficile d'exprimer une idée, si l'on admet la conclusion immédiatement indiquée, sur ce que représenterait la base du Moine. Serait-elle ante ou post-Torridon, ou contemporaine de celui-ci? On éprouve, d'autre part, quelque gêne à placer *l'acte du Moine*, avec son plissement violent et les déformations intenses de ses couches, au temps du Cambrien dont les dépôts paraissent s'être opérés en subsidence, et par conséquent *en détente*.

Que si l'on arguait que le Cambrien du Nord-Ouest pouvait être en subsidence tandis que, au Sud-Est, il accusait des alternances de tensions et de détentes, on ne pourrait encore comprendre comment aucun contre-coup ne se fut manifesté au

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

Nord-Ouest des phénomènes violents du Sud-Est. Et si l'on tient ces dernières pensées pour péremptoires, on rejettera l'argument du microcline en pensant que peut-être, vers la fin du dépôt des couches du Moine, des courants s'étaient établis qui dirigeaient vers l'aire de sédimentation les produits de désagrégation de granites à microclines, et que ce furent encore les mêmes granites qui fournirent, au Cambrien, la matière des dépôts.

Tout ceci nous met d'ailleurs au fait que, dans l'état actuel de nos connaissances, le « Moine » est un problème non résolu.

Stratigraphie du complexe du Schichallion.

Nous avons vu les affleurements de ce complexe aux alentours de Kinloch Rannoch. Je dirai ce qui, dans l'examen des roches, me frappa sur le terrain d'abord, puis au laboratoire.

Il y a là un « Moine » incontestable (Struan flags) dont le faciès est celui du grès psammitique si monotone et si caractéristique à la fois.

C'est la même roche que celle dont on traverse les affleurements, à pendage uniforme, lorsqu'on va de Ullapool vers Inchbae. Cette roche serait, stratigraphiquement, recouverte par des micaschistes à rapporter aussi au Moine, mais qui m'ont paru de caractère douteux. Contre ces micaschistes, suivant un contact rapporté par les géologues écossais à une faille, est plaqué un petit lit de calcaires à trémolite, qui constitue le plus bas terme de la série dalradienne du Schichallion qu'on nous ait montré.

Ce lit à trémolite supporte, dans l'ordre d'énoncé, le *Grey schist*, le *Grey limestone*, la *Banded series*. Le premier et le troisième termes sont des micaschistes typiques contenant, dans le cas du terme inférieur, du disthène et du grenat répartis par zones. La Banded series, qui montre des alternances de lits quartziques et de lits micacés, est de structure extraordinairement contournée. Il en est de même du Grey limestome dont les contournements sont indiqués par les lits phylliteux du dépôt originel (Pl. XIV, 5). Des lamprophyres métamorphiques chargés de grenats traversent les uns et les autres.

C'est par dessus cette série dont le faciès métamorphique enregistre une stress intense que se trouve l'horizon particulier du *Boulder bed* (Pl. XIV, 4), qui repose parfois sur la Banded series par l'intermédiaire d'un calcaire qui a reçu le nom de *Tempar limestone*.

Ce Boulder bed supporte des quartzites formant la masse des

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

Perthshire quartzites. Leur base constitue la partie principale de la montagne même du Schichallion. On y trouve un lit riche en galets et il s'y intercale un niveau trémolitique. Sur les quartzites du Perthshire se tiennent des micaschistes et sur ceux-ci, enfin, l'important niveau du *Loch Tay limestome* [1].

Pétrographie.

J'envisagerai principalement les niveaux à trémolite.

Le *Trémolitic limestone* de la base de la série montre des gerbes de cristaux de trémolite et un mica phlogopite, excessivement pâle en lames minces, dans une matrice de calcite.

Le micaschiste à trémolite du Schichallion comporte, avec la trémolite, du mica identique à celui de la roche précédente, mais en plus grande abondance. L'analogie pétrographique des deux roches est complète.

Le niveau dit « Tempar limestone » qui s'intercale entre la Banded series et le Boulder bed est de constitution fort intéressante. On y voit les minéraux suivants : quartz et feldspaths, gros cristaux prismatiques d'une trémolite vert pâle, une chlorite incolore, dont les sections de cristaux ont un allongement optiquement négatif et qui présentent une biréfringence de l'ordre de celle du quartz, à rapporter au clinochlore, un phlogopite très pâle, de nombreux grains de sphène, de zoïsite, d'épidote et de rutile. Ces minéraux sont saisis de la façon qu'on va dire par un ciment de calcite chargé de dolomie.

Les quartz et feldspaths font figure de grains détritiques. Ils sont associés à la chlorite-clinochlore et à la trémolite. La trémolite est, de son côté, très intimement unie au clinochlore qu'on voit en inclusion dans ses cristaux ou appliqué sur eux. Le clinochlore lui-même est parfois lié à des débris serpentineux et talqueux ; ses lamelles sont souvent fort tordues et présentent un aspect fatigué caractéristique. La dolomie est associée aux quartz, fedspaths, trémolites, clinochlores et constitue des ensembles avec ceux-ci. Elle ne forme pas de cristaux à angles vifs, mais elle est toujours de contour arrondi ; elle ne se montre souvent en lame mince que comme un liséré appliqué contre une trémolite, un quartz, ou un clinochlore ; elle fait « galet » avec les minéraux qu'elle touche. D'autre part, on constate que sphène, zoïsite, épidote ou rutile sont en inclusion

1. E. M. Anderson. The Geology of the Schists of the Schichallion District. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, LXXIX, 1923, p. 423-445.

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

dans les cristaux de trémolite, mais en grains plus petits et en amas plus denses que ceux qui sont dans la calcite du ciment.

Toutes ces remarques nous font penser que les minéraux indiqués, hormis le phlogopite, sont à l'état de matériaux remaniés dans le calcaire.

Le phlogopite est en cristaux bien nets. Il s'associe parfois épitaxiquement au clinochlore, mais contraste par la tenue raide de ses cristaux avec les déformations de celui-ci. Les grains de zoïsite et d'épidote y développent des auréoles polychroïques.

Nous considérons qu'il y a deux générations de minéraux dans le Tempar limestone. La première associe à des éléments détritiques tels que quartz, feldspath, zoïsite, sphène et rutile des cristaux tels que trémolite et clinochlore avec dolomie, *qui ne sont pas à leur place.* La deuxième est constituée par le phlogopite, intimement uni à de la tourmaline, et par la calcite du ciment.

Le passage se fait de cette roche au Boulder bed dont la pâte est un véritable micaschiste et où l'on revoit encore une chlorite clinochlore, associée à du talc et à de la serpentine résultant de la pseudomorphose d'un matériel ancien remanié dans le Boulder bed. Le clinochlore y est nettement détritique. Le mica de néoformation qui entre dans le ciment du Boulder bed est une biotite verdâtre.

L'entité la plus intéressante qu'on trouve en outre dans cette série est le *Loch Tay limestone*, dont certains faciès montrent les caractères de quartzites micacés, calcitiques, riches en cristaux de zoïsite développés en lamelles parallèles au plan $n_g n_p$ (n_g est bissectrice aiguë, mais l'angle des axes est très petit) et en phlogopite. Des grains de zoïsite répandus en abondance et différents des cristaux de néoformation de la même série développent des auréoles polychroïques dans le phlogopite (Pl. XIV, 3).

Histoire géologique du complexe.

Les diverses observations qui viennent d'être relatées nous amènent à cette conclusion qu'il y a, dans l'ensemble des couches du Schichallion, *deux séries métamorphiques.*

Nous interprétons comme série ancienne tout ce qui va depuis la base du complexe jusqu'au Tempar limestone, c'est-à-dire la partie qui comprend les Grey schists, Grey limestone et Banded séries, et comme série récente ce qui va du Tempar limestone, par le Boulder bed et les quartzites, jusqu'au Loch Tay limestone.

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

Je précise : le métamorphisme qui a produit les faciès depuis le Boulder bed jusqu'au Loch Tay limestone est un métamorphisme récent ; il s'est surimposé à des faciès anciens déjà métamorphiques qui forment Grey schists, Grey limestone, Banded series.

Je tente d'écrire l'histoire en trois actes du complexe du Schichallion.

1er acte : Une série métamorphique se forme qui développe à sa base des roches grenatifères et à son sommet des roches à clinochlore. Les micas magnésiens et ferriques pouvant d'ailleurs envahir l'ensemble. Cette série métamorphique est comparable à la série du Loch Leven où l'on retrouve des faciès profonds grenatifères et des faciès superficiels à chlorite clinochlore bien typiques.

2e acte : Des déblaiements s'opèrent sur cette série dont les parties superficielles sont atteintes. La zone à clinochlore est désagrégée et ses matériaux sont entraînés dans les divers sédiments formés. C'est de ce temps que date la constitution du Boulder bed.

Le Tempar limestone est le résultat d'un remaniement presque sur place où les actions de dissolution s'entremêlent avec les actions de transport des matériaux anciens. La roche est, en quelque sorte, comme une arène granitique, sur son granite, qui aurait été légèrement entraînée pour faire une arkose. Le matériel originel est une dolomie quartzo-feldspathique où le métamorphisme a permis que prît naissance, par réaction des éléments les uns sur les autres, de la trémolite et du clinochlore. Les érosions provoquèrent des dissolutions et les cristaux de dolomie furent sucés ; la trémolite et le clinochlore, encore attachés à un peu de dolomie, se rassemblèrent ; un ciment de calcite se forma.

3e acte : Tout un complexe sédimentaire ayant ainsi été constitué au-dessus de la Banded series, un néométamorphisme se produit. Il provoque la formation des phlogopites pâles dans le Tempar limestone remanié, surimposant son action à la série ancienne, et agit sur le complexe sédimentaire nouveau jusqu'au Loch Tay limestone. Il est peut-être plus intense que le premier métamorphisme, car il fit naître du grenat jusque dans les termes supérieurs.

La roche à albite d'Ardlui (Loch Lomond) que j'ai décrite tout au début de cette étude appartient au même horizon général que le Loch Tay limestone. Ce dernier, au voisinage du Loch Lomond, est caractérisé par la présence d'idocrase, minéral qu'on peut considérer comme une sorte de grenat hydoxylé. Ce qui va très bien avec l'observation que la tourmaline (borée) accompagne abondamment le phlogopite (hydroxylé et fluoré) dans les roches métamorphiques de la série supérieure du Schi-

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

challion. Mais la roche d'Ardlui témoignerait, après altération et production d'albite, d'une réimposition de biotite opérée en détente et due à l'action d'un granite profond.

Les granites associés aux complexes métamorphiques.

Il y a des granites récents que nous avons déjà cités. Ils recoupent nettement les séries métamorphiques. Le plus célèbre est le granite du Ben Nevis. Ces granites jouent dans ces complexes un rôle géologique tout à fait comparable à celui que jouait, parmi les Moine schists le granite de Lairg Rogart ou le granite de Helmsdale. Ils ont fait sentir leur métamorphisme sur les micaschistes, opérant, comme nous l'avons montré, *en détente*. Ils représentent ce qu'on nomme parfois des granites post-tectoniques.

Mais il est d'autres granites, anciens par rapport à ceux-là. L'un d'eux paraît fort intéressant : c'est le granite du Ben Vuroch [1] qu'on trouve près de Pitlochry, à l'Est du Schichallion, encore dans le Perthshire. Situé dans le complexe de base du Schichallion, il se comporte comme le granite de Carn-Chuinneag dans les Moine schists des Highlands du Nord. Barrow a montré que sa mise en place fut antérieure à la conversion du matériel originel en schistes cristallins. Mais il est lui-même un granite schisteux. Il reproduit les avatars du granite de Carn-Chuinneag.

Les vestiges d'un massif granitique nous sont, d'autre part, fournis par certains blocs du Boulder bed, souvent fort gros et assez abondamment développés dans la couche. On ne sait d'où ils viennent. Ce sont les mêmes que ceux dont proviennent les éléments détritiques des roches de la seconde série métamorphique. C'est un granite à microcline. Ses blocs, pris dans le Boulder bed, furent atteints par le métamorphisme qui y provoqua la naissance de micas blancs.

On s'arrêtera là, voulant seulement, avant de passer aux conclusions générales, laisser sur cette pensée que dans les séries de la région des Grampians les rythmes du métamorphisme ont été les mêmes que dans les Highlands du Nord.

1. The Geology of the Country round Blair Atholl, Pitlochry and Aberfeldy. *Mém. Geol. Survey, Scotland*, 1905. Explanation of sheet 55.

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

CONCLUSIONS

Les trois séries métamorphiques d'âge post-Lewisien.

Ce sont : 1) la série du Moine, 2) la série de Leven et de la base du complexe du Schichallion, 3) la série supérieure du Schichallion.

On voudrait être sûr de leur âge.

J'ai laissé voir mon sentiment sur la série du Moine et pourquoi j'acceptais de la considérer comme précambrienne : comme elle est antérieure au grand thrust, il me paraît difficile de situer sa longue histoire entre le dépôt du Cambrien et l'époque même du thrust. Mais aucun argument péremptoire, aucune observation cruciale ne rend définitif mon sentiment[1]. Je suis peu sensible à l'argument de Read sur les roches filoniennes anté-Torridon qui traverseraient à la fois le Lewisien et le Moine dans le Sutherland central. Je doute de ce Lewisien « interbanded » avec le Moine. Et d'autre part, comment ne pas être étonné de ne pas trouver dans le Moine du voisinage du front du thrust les filons nombreux anté-Torridon du Lewisien d'Assynt ?

Mais j'ai tendance à attribuer quelque importance à la considération de l'état actuel du Lewisien. S'il pouvait être bien prouvé que cet état résulte du phénomène qui a créé le métamorphisme du Moine, nul doute alors que celui-ci ne soit précambrien, puisque les dépôts du Torridon plaqués sur le Lewisien ne sont atteints par aucun métamorphisme.

J'assimile volontiers la matière originelle des Eidle flags au Cambrien. Ce serait un Cambrien métamorphique représentant un dépôt analogue aux Fucoïd beds. Ceux qui croient que les Eidle flags forment la partie supérieure du Moine pourront en tirer argument en faveur de l'idée que le Moine est lui-même cambrien ou qu'il fit partie d'une série, marquant le passage du Précambrien au Cambrien, sans date par rapport au Torridon.

Les schistes de Leven sont au-dessus des Eidle flags. On ignore complètement leur âge. Dans notre hypothèse on les met dans le même complexe métamorphique que les Eidle flags.

Au-dessus des couches de Leven on a distingué, avec Bailey, les couches de Ballachulish et les couches d'Appin. Nous ne nous

1. D'après J. W. Gregory, on trouverait dans le Torridon, sur le bord nord du petit loch Broom, des galets qui ressemblent aux roches typiques de la série du Moine (Géol. Mag., 6e sér., t. II, 1915, p. 447). Mais peut-il être vraiment prouvé que ces galets sont du « Moine » remanié ?

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

prononçons pas sur leur âge. Il se pourrait très bien que les couches de Ballachulish et d'Appin fussent une autre série métamorphique que les couches de Leven ; certains détails pétrographiques (remaniements de chlorites) dans les schistes phylliteux d'Appin pourraient le faire croire. Il y aurait correspondance avec ce que nous avons dit dans les pages qui précèdent sur le complexe du Schichallion : la même « unconformity » séparerait d'une part les Levenschists de l'ensemble des couches de Ballachulish et d'Appin, et d'autre part les Grey schists, Grey limestone, Banded series des couches proprement dites du Schichallion. Deux séries métamorphiques seraient ainsi le fait de l'ensemble du Dalradien. Mais ni la première, ni la seconde série ne se datent. Il reste entendu cependant qu'elles sont vraisemblablement postérieures au Cambrien et certainement antérieures à l'Old red.

Les rythmes.

Ils accusent la suite de tensions et de détentes :

Plissement doux du terrain vierge et développement d'un léger métamorphisme : grenat (je crois que les grenats du Moine datent tous d'un tel moment).

Après cette *tension : détente* et intrusions granitiques.

Nouvelle tension, déformatrice des granites.

Détente lente et recristallisation ; sous tension faiblissante, élaboration des faciès métamorphiques.

Granites de franche détente, susceptibles d'injecter et d'imbiber les faciès métamorphiques déjà formés ; il se constitue ce qu'on nomme : gneiss d'injection.

Des complications tectoniques peuvent troubler ce rythme et tendre à la déformation des terrains sans qu'un métamorphisme général s'en suive. C'est le cas du grand thrust. Il est en quelque sorte un épisode supplémentaire entre la constitution des faciès du Moine et la mise en place des granites Lairg Rogart et Helmsdale ; mais les spasmes de la fin de l'effort qui a produit le grand thrust ont introduit les granites des « complexes d'injection » susceptibles de « granulitiser », au sens français du mot, les faciès du Moine.

Tel est le rythme qui caractérise le métamorphisme des Highlands du Nord. On entrevoit pour le Dalradien un rythme analogue quoiqu'on en puisse moins bien marquer les détails :

La série métamorphique inférieure montre encore un granite (Ben Vuroch) qui se comporte comme se comportait le granite de

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

Carn Chuinneag. Il pénétra sans doute en détente dans les sédiments mais on ne sait dire s'il fut ou non précédé d'une tension. Il fut, en tous cas, après sa mise en place, atteint par une tension déformatrice dont dériva la constitution même de la série métamorphique. On peut enfin penser qu'en détente s'introduisirent des granites dont témoignent les blocs du Boulder Bed et de nombreuses veines de pegmatites à microclines non déformées.

On est beaucoup moins au fait des avatars de la seconde série. On n'y voit pas de premier granite et sa « geste » paraît avoir été très limitée. Elle fut sans doute atteinte rapidement par les refoulements violents mis en évidence par les travaux de Bailey [1]. Mais les derniers granites l'atteignirent en détente.

La « zone à grenat » et la « zone à chlorite ».

On sait tout le parti qu'ont tiré les géologues anglais de la considération de *minéraux indices* pour classer les zones de métamorphisme [2].

La zone à grenat, « almandine zone » de Tilley, est plus profonde que la zone à chlorite. Une telle affirmation signifie que, pour des sédiments de compositions voisines, le grenat se produit dans une zone plus profonde que la chlorite lors du métamorphisme.

Nous considérons, quant à nous, qu'il n'y a *atteinte* par le métamorphisme que lorsqu'il y a développement net de minéraux de néoformation. Je fais peu de cas des minimes recristallisations qui atteignent, par exemple, les ardoises et je n'admets la notion du métamorphisme que lorsqu'il y a réel développement de chlorite, dans ces roches, de la même manière que, plus profondément, il y aura développement de grenat : en porphyroblastes. C'est d'ailleurs ce cas seul que nous avons eu en vue en étudiant les roches où se sont développés les *clinochlores*.

J'ajouterai que le classement de la zone dite « à biotite » entre la zone « à chlorite » (pour nous « à clinochlore ») et la zone « à grenat » prête à confusion. La biotite peut également *envahir* les deux zones, ce qui est le cas pour les schistes de Leven ; mais le développement du grenat précède *toujours* celui de la biotite. Le développement de celle-ci atteint ou n'atteint pas la zone à clinochlore.

1. *Loc. cit.*
2. Voir : Alfred Harker, Metamorphism, Londres, 1932.

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

Les épidotes-zoïsites radioactives.

C'est un fait bien curieux que la présence, en abondance, d'épidotes et zoïsites, en grains clastiques, agissant violemment sur les micas des roches du Dalradien.

On les voit surtout dans les micaschistes de Leven et particulièrement dans leur zone à clinochlore, mouchetée d'autre part de porphyroblastes de biotite. On les retrouve également dans le Tempar limestone et dans le Loch Tay limestone du Schichallion, la zoïsite l'emportant parfois en quantité sur l'épidote. On aimerait à savoir d'où elles viennent et quelles roches éruptives les ont engendrées. On ne sait dire si les deux séries métamorphiques du Dalradien s'en sont approvisionnées à la même source originelle ou si la seconde les doit à la désagrégation des matériaux de la première.

J'ai fini. Que l'on comprenne bien que je n'ai voulu ici qu'exposer un problème, celui du métamorphisme dans les Highlands ; avec cette pensée que la science est toujours en marche et que le bon sens d'aujourd'hui, qu'on nomme parfois vérité, n'est pas nécessairement le bon-sens de demain.

J'ai dû cette joie d'avoir pu me mettre en face de questions scientifiques de premier ordre à ceux qui avaient pris la charge de conduire sur le terrain les compagnons de l'Association pour l'Étude du Précambrien. Grâce à eux nous allâmes à Inchnadampf.

S'il y a des lieux où « souffle l'esprit », comme a dit Barrès, Inchnadampf est l'un de ceux-là. Devant la stèle élevée à la mémoire de Peach et Horn, dominant le Loch Assynt, face au vieux pays gaëlique, on pense, tout imprégné de piété, que la mémoire de ces savants est justement marquée par le témoignage d'avoir bien expliqué « leur pays ».

Leur œuvre est dignement continuée par ceux qui nous ont guidés. Nous leur exprimons notre reconnaissance.

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

LÉGENDE DE LA PLANCHE XIV

1) Cristal de grenat dans un micaschiste de la série de Leven. Le cristal est divisé en deux portions par une large zone chloriteuse. Cette zone est imprégnée de biotite. Des cassures, bien visibles sur la portion gauche, ont atteint le grenat et sont maintenant remplies de biotite. Les traces de *stress* sont marquées par la structure en haut, à droite. Toute la partie gauche de la figure est *en détente*. Un cristal de biotite formé dans la détente se voit en haut, à gauche.
Provenance : Ballachulish ; bords du Loch Leven.
Gr. : 20 diamètres.

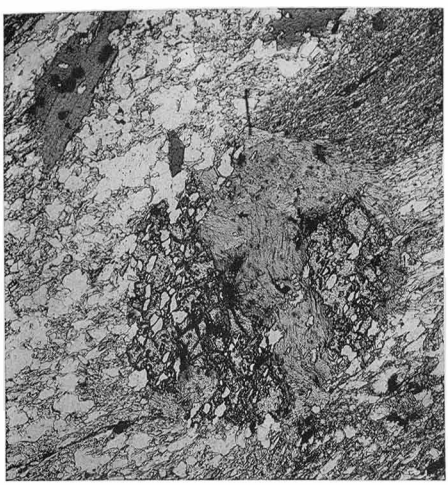
2) Porphyroblastes de biotite dans un schiste séricitique de la série de Leven.
Les biotites (verdâtres en lames minces) sont mouchetées d'auréoles développées autour de grains d'épidote et de zoïsite. On voit au travers du cristal inférieur de biotite la section transversale d'un clinochlore.
Provenance : Spean River.
Gr. : 20 diamètres.

3) Développement des auréoles autour de petits grains de zoïsite dans un phlogopite du *Loch Tay limestone*.
Sur le bord de la figure, en haut et à droite, apparaissent des zoïsites de néoformation.
Provenance : voisinage de Kinloch-Rannoch.
Gr. : 20 diamètres.

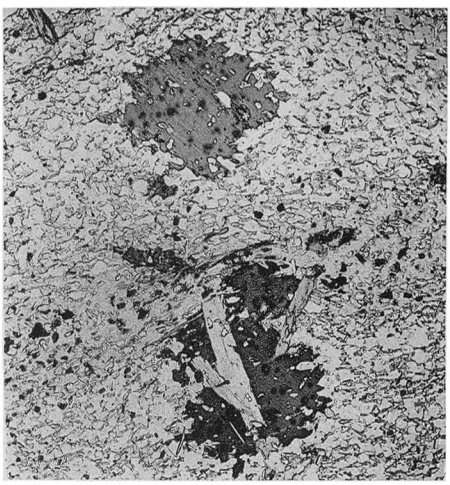
4) *Boulder bed* du Schichallion.
Les deux blocs saisis dans la matrice sont faits de granite. D'autres, plus petits, se voient çà et là. La matrice est un micaschiste.
C'est la variété des dimensions des blocs et leur répartition sans classement qui a suggéré aux géologues écossais qu'il s'agissait originellement d'une argile à blocaux : *tillite*.

5) *Grey limestone* du Schichallion.
La photographie montre les contournements des lits schisteux provoqués par les actions dynamiques supportées par le matériel originel de la roche.

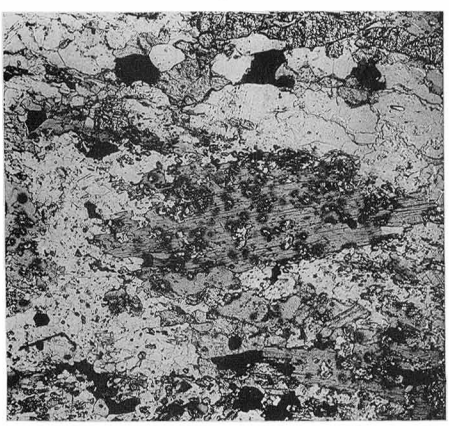
Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC



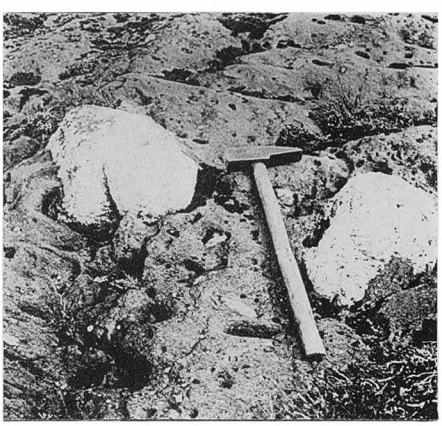
1



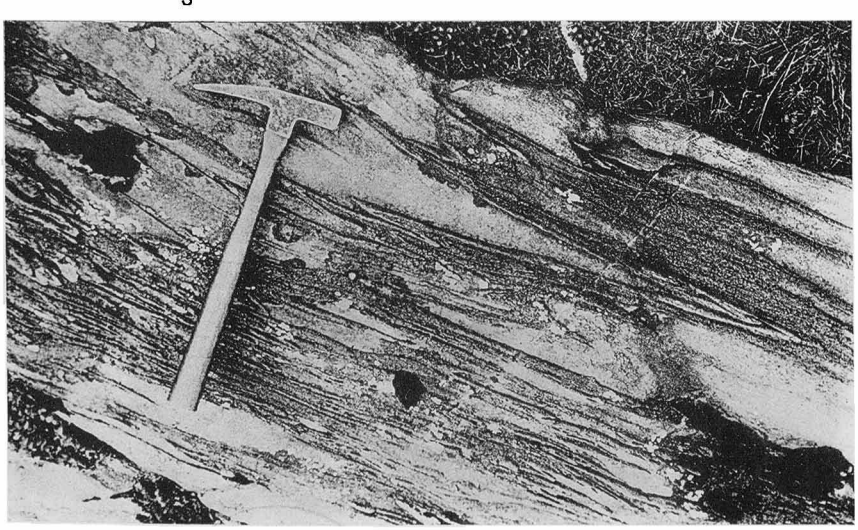
2



3



4



5

Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

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

Les Rudistes et leur évolution

par **H. Douvillé**[1].

Planche XV.

pages

Introduction 319

Historique. **Première période** (1819 à 1873)..... 323

Deuxième période à partir de 1882 : formes normales et formes inverses..... 326

Formes jurassiques : les ***Diceras***, leur origine ; constitution de la charnière. Première évolution : *Heterodiceras*..... 328

Formes crétacées. A. **Formes normales** (A I, A II, **3**) : *Requienia*, *Toucasia*, *Pseudotoucasia*, *Bayleia*, *Apricardia*, *Matheronia* 333

B. **Formes inverses** (A II, **3**, P IV) : *Valletia* et *Gyropleura*, *Horiopleura*, *Polyconites*, *Monopleura*, *Pachytraga*..... 335

Caprines : *Præcaprina*, *Caprina*, *Plagioptychus*, *Caprotina*, *Caprinula*..... 340

Hippurites : *Batolites*, *Pironaea*, *Barrettia*..... 342

Radiolites : *Agria*, *Eoradiolites*, *Præradiolites*, *Radiolites*, *Sphærulites*, *Biradiolites*, *Distefanella*, *Bournonia*, *Robertella*..... 347

Sauvagesinés : *Sauvagesia*, *Durania*, *Lapeirousia*..... 350

Résumé et Conclusions..... 353

INTRODUCTION

La famille des Rudistes est particulièrement intéressante, par suite de l'extrême diversité des formes qui la constituent. Nous allons pouvoir suivre toutes les particularités de leurs transformations depuis l'origine du groupe à l'époque jurassique jusqu'à sa disparition à la fin du Crétacé.

Je donnerai d'abord brièvement une vue d'ensemble de toute la famille, et je résumerai les travaux dont elle a été l'objet. Dans une deuxième partie j'examinerai en détail les phases successives de son évolution et je chercherai à montrer comment les formes nouvelles ont apparu.

On sait que les Rudistes apparaissent brusquement dans le

1. Note présentée à la séance du 20 mai 1935.

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

Rauracien avec les *Diceras*. J'ai montré qu'il fallait considérer cette forme comme un *Pterocardium* qui s'est fixé dans le très jeune âge, cette fixation se faisant par le pied, en avant du muscle antérieur.

L'animal se développe en tournant autour du point de fixation ; la coquille devient spirale, en même temps que se modifie la charnière du *Pterocardium*. Le muscle postérieur associé au ganglion qui commande les siphons se déplace dans leur direction, le ligament s'allonge dans la même direction et empêche la formation de toute dent postérieure. La charnière se trouve ainsi réduite à son minimum de trois dents, qui d'après les travaux de Bernard doivent être notées A I et 3 sur la valve droite, A II sur la valve gauche.

Ces modifications se perpétuant par hérédité, caractérisent nettement le genre *Diceras* qui persiste pendant tout le Jurassique et s'étend dans toute l'Europe centrale. On pourra distinguer deux groupes, les *Diceras* proprement dits fixés par la valve droite et les *Epidiceras* (nom nouveau) fixés par la valve gauche.

C'est ce dernier groupe qui évoluera le premier, et dès le Jurassique supérieur, par une diminution du développement spiral. Le muscle postérieur se déplace moins et reste dans le voisinage de la dent 3, implanté sur le plateau cardinal ; c'est le caractère du genre *Heterodiceras*, et cette disposition nouvelle persistera à l'époque crétacée dans tout le groupe des **formes normales**, *Requienia*, *Toucasia*, *Apricardia*, toujours fixées par la valve gauche.

Au début du Crétacé, nous retrouverons la même disposition dans une forme nouvelle fixée par la valve droite, les *Valletia*, le muscle postérieur est de même implanté sur le plateau cardinal ; mais le développement spiral a encore diminué, la coquille reste plus longtemps au contact de son appui, la surface de fixation s'agrandit et atteint la dent 3 qui se trouve immobilisée ; c'est autour de cette dent que va s'effectuer le développement spiral, mais bien diminué par suite de la position marginale de la dent 3. Le ligament s'allonge moins, permettant la formation à son extrémité, sur la valve supérieure, d'une dent postérieure que nous devrons noter P IV. Par contre la petite dent A I ne s'est pas développée et a disparu, la charnière se trouvant ainsi réduite aux trois dents indispensables, A II, 3, P IV. Cette disposition persiste dans tout le Crétacé où elle caractérise le groupe des **formes inverses**, toujours fixées par la valve droite.

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

Nous l'avons vu naître avec les *Valletia*, mais la dent P IV est déjà bien développée au même niveau, dans les *Monopleura*. La coquille conserve d'abord un enroulement analogue à celui des *Diceras* ; elle se renfle dans *Gyropleura* ; le muscle postérieur implanté sur le plateau cardinal doit rester court, il est alors porté par une apophyse de la valve supérieure qui se détache de l'intérieur du test sous la forme d'une lame myophore horizontale (*Horiopleura*).

Dans certains *Monopleura*, la coquille abandonnant son appui s'élève en hauteur ; le plateau cardinal se redresse, ainsi que la lame myophore postérieure, laissant dans le plateau cardinal des cavités accessoires (*Pachytraga*). La valve inférieure est devenue conique.

La coquille s'élargit dans les Caprines et les cavités accessoires envahissent la zone marginale, comprise en dehors des muscles ; elles sont consolidées par des cloisons radiales simples (*Præcaprina*), bifurquées (*Caprina*) ou polyfurquées (*Plagioptychus*), ou même se transforment en canaux (*Caprinula*). Ces cloisons sont formées par du tissu compact et, sur la valve inférieure, ce tissu occupe toute la région marginale correspondante, entre la couche externe et l'impression palléale.

Malgré ces complications, les Rudistes ont encore conservé les caractères essentiels des Hétérodontes normaux, et on comprend qu'on les ait rapprochés des Chames, présentant elles aussi un développement spiral. Nous allons voir ces caractères s'altérer dans les deux groupes qu'il nous reste à examiner, les Hippurites et les Radiolites, qui sont précisément les Rudistes des premiers observateurs.

Les **Hippurites** succèdent aux Caprines dès le Turonien ; ils en ont conservé l'appareil cardinal, et en particulier celui de la valve supérieure avec ses dents A II et P IV et son apophyse myophore postérieure ; ces caractères restent acquis dès le très jeune âge, mais comme je l'ai montré, la surface de fixation s'est notablement agrandie, elle atteint toute la charnière avec la dent P IV, qui se trouve ainsi immobilisée ; quand la coquille s'élargit, elle se trouvera gênée par les liaisons qui se sont établies entre les éléments de la charnière : nous avons vu que la dent P IV était liée au ligament, et également au muscle postérieur, celui-ci associé au ganglion nerveux qui commande les siphons ; sur ces 3 points le bord de la coquille est ainsi lié à la dent P IV, et comme celle-ci se trouve immobilisée, il ne pourra suivre le mouvement d'élargissement, il sera retenu, s'épaissira ou se déprimera. Ces modifications sont déjà bien visibles dans la

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

jeune coquille encore largement fixée (fig. 18) ; en se développant elles donneront naissance à l'arête ligamentaire et aux deux piliers.

Dès que la coquille a abandonné son appui, elle croît rapidement en hauteur et prend sa forme caractéristique d'abord conique, puis cylindroïde. Les sections transversales mettent en évidence un caractère important : la mince couche externe des Caprines, bien caractérisée par sa structure fibreuse, a disparu et le test n'est plus constitué que par la partie marginale des couches internes que nous avons vu devenir compactes dans les Caprines.

Si nous examinons la valve supérieure, elle est devenue plate ou légèrement bombée et elle présente des canaux rappelant ceux des *Caprinula*, qui sont précisément creusés dans ces couches marginales ; mais, par suite de la disparition de la couche externe, ces canaux s'ouvriront à l'extérieur par les *pores*.

Par suite de sa position interne, le ligament n'a plus qu'un rôle très effacé, aussi le voyons-nous disparaître dans un grand nombre d'Hippurites.

Les **Radiolites** débutent dès l'Aptien avec *Agria* ; ils dérivent de *Monopleura* dont ils conservent les dents de la charnière A II, 3 et P IV ; mais une très large fixation dès le premier âge empêche tout développement spiral. Le muscle postérieur ne s'est pas déplacé, il conserve la position qu'il avait dans *Diceras*, en avant du plateau cardinal ; il s'insère comme le muscle antérieur, directement sur la face interne du test. Les surfaces d'insertion sont superficielles dans *Agria*, mais elles se renflent en formant des apophyses saillantes dans les *Radiolites*.

La couche externe fibreuse ou celluleuse est conservée et prend un grand développement ; le ligament disparaît dans les *Biradiolites*.

Les cellules du test s'agrandissent dans *Sauvagesia* et forment un réseau polygonal régulier, analogue à celui qu'on observe dans les Huîtres actuelles. Elles montrent que le test n'était constitué que par un tissu spongieux de faible densité ; mais il est parfois consolidé par la formation d'îlots de tissu compact.

Le ligament disparaît dans *Durania* et dans *Lapeirousia*, où on voit se former des piliers et des oscules, comme dans les Hippurites.

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

HISTORIQUE

Première période, 1819 à 1873.

Le nom de Rudistes a été proposé par Lamarck en 1819[1] : « Sous la dénomination de Rudistes, dit-il, je forme une association très particulière de coquillages, qui paraissent tenir aux Ostracées sous certains rapports et néanmoins qui en sont éminemment distingués en ce qu'on ne leur connaît ni charnière, ni ligament des valves, ni muscle d'attache et qu'on n'aperçoit aucune trace qui indique la place où ces objets pourraient se trouver. »

Lamarck comprend dans cette famille une série de genres : *Sphærulites* (nom emprunté à De Lamétherie), *Radiolites*, genre nouveau (proposé pour des fossiles des Pyrénées décrits par Picot de la Peyrouse comme *Ostracites*), *Birostrites*, *Calceola*, *Discina* et *Crania* ; il place à la suite le groupe des Brachiopodes. Plus tard, en 1922 (*A. s. v.*, t. VII, p. 596) il propose le genre *Hippurites* pour les *Orthoceratites* de Picot de la Peyrouse, qu'il place dans les Céphalopodes polythalames (Orthocérées) à côté des Céphalopodes vrais et des Foraminifères.

Il faut noter que Lamarck en 1919 (*loc. cit.*, p. 89) avait institué le genre *Diceras* pour le *Chama bicornis* de Bruguière et qu'il le plaçait dans les Camacées.

En 1925, Deshayes[2] montre que les Hippurites ne peuvent être placés dans les Céphalopodes, comme l'a fait Lamarck, mais doivent être rangés dans les Rudistes à côté des Sphérulites. C'est également l'opinion de Blainville (1825) qui en fait un ordre spécial avec les Calcéoles.

Dans la suite de ses travaux, Deshayes[3], en 1832, étudie le Birostrite de Lamarck et fait voir que ce fossile n'est qu'un moule représentant la partie interne d'un Sphérulite ; il existe tout autour, dans les échantillons étudiés, un espace vide qui correspond à des couches internes de la coquille, disparues par dissolution. En prenant des empreintes de ce moule, on constate l'existence d'un ligament, d'une charnière composée de deux énormes dents pyramidales et de deux impressions musculaires, portées sur des éminences ; ce sont les caractères des Bivalves.

1. *A. s. v.*, t. VI, 1re partie, p. 230.
2. *Ann. sc. nat.*, série 1, t. V, p. 205.
3. Encyclopédie méthodique, Histoire naturelle des Vers, t. 3, 1832, articles Rudistes (p. 916) et Sphérulite.

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

La famille des Rudistes, comprenant ce genre avec les Hippurites, vient dès lors se placer à côté des Cames.

Malgré ces observations si précises, Goldfuss en 1840 et d'Orbigny en 1842 (dans les Annales des Sciences naturelles) mettent encore, à l'exemple de Lamarck, les Rudistes à côté des *Discina* et des *Crania* dans les Brachiopodes.

Presque à la même époque, Matheron [1] ajoute à la famille des Rudistes un certain nombre de genres nouveaux qu'il décrit et figure : *Requienia*, pour la *Chama ammonia*, — *Monopleura* pour un groupe d'espèces d'Orgon, — *Plagioptychus*, pour des formes du Beausset ; il y réunit également le genre *Caprina* (d'Orbigny père, 1823).

Dans le tome IV de la Paléontologie française (1847-1849), d'Orbigny décrit et figure tous les Rudistes connus du Crétacé, mais il les place toujours dans les Brachiopodes : il distingue la famille des *Caprinidæ* avec les genres, *Hippurites*, *Caprina* et *Caprinula*, et celle des *Radiolitidæ* avec les genres *Radiolites*, *Biradiolites* (nov. gen.), *Caprotina* (comprenant les *Monopleura* de Matheron) et *Requienia* ; il place dans ce dernier genre une série de formes qu'il avait d'abord attribuées aux *Caprotina*.

Nous avons vu que Deshayes avait pu mettre en évidence les caractères des Sphérulites, mais ceux des Hippurites restaient inconnus ; c'est Saemann qui réussit le premier à préparer un échantillon d'*Hippurites cornuvaccinum* des Martigues, qu'il fait présenter par Tallavignes [2] à la Société géologique en 1849 ; il reconnaît d'un côté une large attache du muscle antérieur rappelant celle des Sphérulites, tandis que l'autre, celle du deuxième muscle, est aussi faible et petite que la première était grande et forte ; elle est située, dit-il, dans le sillon formé par la carène centrale et la première arête ; la partie cardinale étant composée de deux dents comme dans les Sphérulites.

A la suite de cette communication, Deshayes présente quelques observations, Bayle étant à ce moment secrétaire de la Société.

Quelques années après, le 21 mai 1854, Woodward [3] publie un important mémoire confirmant et complétant les observations de Saemann ; pour la première fois, il figure une section complète d'un *Hippurites* (*H. cornuvaccinum* Bronn, de Salz-

1. Catalogue méth. et descriptif des corps organisés fossiles du dépt. des Bouches-du-Rhône (*Travaux de la Soc. de statistique de Marseille*), 1842.

2. L. Saemann. Observations sur quelques coquilles de la famille des Rudistes (*Bull. Soc. géol. de France*, 2e série, t. VI, p. 280), 5 févr. 1849.

3. On the structure and affinities of the Hippuritidœ, *Q. J.*, Part II, p. 40, 1855.

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

burg) montrant les deux dents cardinales *t* et *t'* et la mince lame myophore postérieure *a'* ; dans d'autres coupes de la même espèce, il fait voir comment cette lame vient se souder latéralement à la dent *t'*. Il est moins heureux dans sa restitution de la valve supérieure d'*H. radiosus*, obtenue par un moulage de la valve inférieure dégagée, moulage qui lui donnait seulement la grande cavité où la lame myophore venait s'enfoncer ; il figure dans la même note la surface supérieure d'un bel échantillon d'*H. Toucasi*, ainsi qu'un moule de la valve inférieure. Il compare également la section de *Radiolites cylindraceus* avec celle d'*H. cornuvaccinum* ; il décrit et figure les deux valves du *Radiolites mamillaris* et notamment une valve supérieure bien dégagée avec ses deux dents cardinales *t* et *t'* et ses deux fortes apophyses *a* et *a'* ; à ajouter encore un curieux moule de la cavité intérieure de *R. Hœninghausi*. Ces figures ont été presque toutes reproduites par cet auteur dans son « Manual of the Mollusca, (pp. 444-445 de l'édition de 1868) » et plus tard par Fischer dans son Traité de Conchyliogie (p. 1063).

Woodward institue la famille des *Hippuritidæ* pour les genres *Hippurites*, *Radiolites*, *Caprotina*, *Caprina* et *Caprinella* ; il considère le genre *Requienia* (comprenant la *Chama Lonsdalei*) comme reliant ce groupe aux Bivalves ordinaires.

Bayle avait pu préparer complètement plusieurs valves d'*H. radiosus* et notamment une valve supérieure avec sa fragile lame myophore postérieure ; il les présente à la Société géologique le 21 mai 1855 et les fait figurer, mais il n'accepte pas toutes les conclusions de Woodward, considérant au contraire la lame myophore comme une troisième dent cardinale ; cette note [1] est la première d'une série, dans lesquelles il décrira et figurera les belles préparations qu'il a pu faire des Rudistes de la craie de l'Aquitaine, *Sphaerulites foliaceus*, *Radiolites Jouanneti*, *R. cornupastoris* et *Sph. Hœninghausi* de la Dordogne, *Hippurites cornuvaccinum* et *H. dilatatus* des Corbières. Dans une dernière note, en 1857, il passe en revue toutes les espèces connues à cette époque dans les genres *Spherulites*, *Radiolites* et *Hippurites*.

Continuant ses travaux sur cette famille difficile, Bayle entre-

1. *a*) Observations sur la structure de la coquille des Hippurites, suivies de quelques remarques sur les Radiolites (*Bull. Soc. géol. de France*, 2e série, t. XII, p. 772, pl. XVII à XIX), 21 mai 1855.
b) Obs. sur le *Sph. foliaceus* (*Ibid.*, t. XIII, p. 71, pl. I), nov. 1855.
c) Obs. sur le *Rad. Jouanneli* (*Ibid.*, p. 102, pl. VI), 3 déc. 1855.
d) Obs. sur le *Rad. cornupastoris* (*Ibid.*, p. 139, pl. IX), 17 déc. 1855.
e) (Nouvelles obs. sur quelques espèces de Rudistes (*Ibid.*, t. XIV, p. 649-719, pl. XIII à XV), 18 mai 1857.

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

prend l'étude détaillée des *Diceras* ; avec son habileté bien connue, il en prépare un très grand nombre d'échantillons et il en fait l'objet d'une Monographie qu'il publie en 1873 [1] ; il distingue 2 groupes, suivant que la coquille est fixée par la valve droite (groupe du *D. arietinum* avec des espèces nouvelles, *marginatum*, *originale*, *strangulatum*), ou par la valve gauche (groupe du *D. sinistrum* avec comme espèces nouvelles, *Cotteaui*, *Moreaui*, *eximium*). La charnière est la même dans les deux groupes.

Dans la région dorsale, l'auteur signale une nymphe très large limitée extérieuremeut par une rainure profonde partant de l'extrémité du crochet et suivant le contour du bord cardinal ; elle était destinée à recevoir la tunique externe du ligament. — Sur la valve droite, la dent cardinale *B* arquée suit cette nymphe et dépasse un peu l'extrémité de la rainure ligamentaire ; une profonde fossette lui succède correspondant à la dent *C* de la valve gauche ; elle présente sur son plancher un fort bourrelet arqué *E* qui vient se loger dans une dépression de la dent *C*. Le muscle antérieur est logé dans une échancrure du plateau cardinal, tandis que l'insertion du muscle postérieur, limitée du côté interne par un rebord saillant, vient s'enfoncer au-dessous du plateau cardinal.

Dans le même fascicule Chaper décrivait et figurait les deux valves du *Plagioptychus Coquandi* du Beausset, qu'il était arrivé patiemment à dégager complètement de leur gangue rocheuse ; cette belle préparation montrait dans tous leurs détails les curieuses lames polyfurquées qui ornent le limbe de la valve supérieure.

Deuxième période, après 1882.

Nous la ferons débuter à la note très intéressante que Munier-Chalmas a publiée en 1882 sous le titre de « Études critiques sur les Rudistes. — Relations et rapport des valves. — Valves dextres et sénestres [2]. » Il compare les Rudistes aux Chames dans lesquelles on distingue des espèces dextres, comme *Ch. calcarata* (fixées par la valve gauche) et des espèces sénestres comme *Ch. fimbriata* (fixées par la valve droite) ; pour lui les organes sont symétriquement disposés dans ces deux formes, de sorte que

1. Observations sur quelques espèces du genre *Diceras* (in Bayan, Études faites dans les collections de l'École des Mines, Sur des fossiles nouveaux ou mal connus (en autographie), 2e fascicule, Paris, Savy, 1873), pp. 137-156, pl. XVI-XX.
2. *Bull. Soc. géol. de France*, 3e série, t. X, p. 472, 19 juin 1882.

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

« la valve droite d'une chame sénestre est incontestablement l'homologue de la valve gauche d'une forme dextre ». Il en est de même, dit-il, pour les Rudistes, d'où la conclusion que les mots de valve droite et de valve gauche ne peuvent être employés utilement, quand on s'occupe de la morphologie de ce groupe. Il propose de les remplacer par les notations α et β d'après la constitution de la charnière, la valve α étant celle qui dans la majorité des Rudistes reste libre (avec 2 dents à la charnière) et qui présente les modifications les plus accentuées.

Dans ce travail, Munier-Chalmas propose et décrit un certain nombre de genres nouveaux, *Heterodiceras*, *Plesiodiceras*, *Valletia* (avec plusieurs espèces nouvelles), *Bayleia*, *Chaperia*.

J'avais commencé moi-même l'étude des importantes séries de Rudistes, réunies par Bayle dans les collections de l'École des Mines ; contrairement à l'opinion de Munier-Chalmas, il me semblait qu'il était nécessaire de toujours tenir compte de la position de chaque valve, à droite ou à gauche de l'animal.

Dans une première note [1], je passais en revue la disposition de la charnière et son évolution dans tout le groupe des Rudistes, en partant des *Diceras*. Nous venons de voir qu'elle se composait de 3 dents, c'était d'abord la dent arquée voisine du ligament que je distinguais, comme Bayle, par la notation B, mais de plus je considérais le bourrelet E de Bayle comme une dent antérieure B′, réservant la notation N pour la dent C intercalée entre les deux précédentes ; les fossettes correspondantes étaient distinguées par les italiques *b*, *b′*, *n*. Comme Bayle l'avait fait voir, la charnière était la même dans les *Diceras* fixés par la valve droite ou par la valve gauche, B, *n*, B′ dans la valve droite, *b*, N, *b′* dans la valve gauche. J'étendais cette notation aux principaux types de Rudistes, admettant provisoirement la manière de voir de Munier-Chalmas ; dans le terrain crétacé la valve libre, qu'elle fût droite ou gauche, avait toujours la même constitution de la charnière, avec ses deux dents B et B′, séparées par la dent unique N de la valve fixée. Toutefois, je considérais comme type *normal* celui qui était conservé dans les *Heterodiceras* jurassiques, fixés par la valve gauche, tandis que la fixation par la valve droite caractérisait le type *inverse* ; ce dernier était représenté par des formes très variées *Plagioptychus*, *Monopleura*, *Caprotina* et par tout le groupe des anciens Rudistes, Radiolites, Sphaerulites et Hippurites. Je montrais que toutes ces formes représentaient les modifications d'un même

1. Essai sur la morphologie des Rudistes (*Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 3e série, t. XIV, p. 389, fig. 1 à 19), 15 mars 1886.

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

type, et que les bandes apparaissant dans certains Radiolites correspondaient aux siphons, de même que les piliers et les oscules des Hippurites.

Dès la deuxième note [1], je constatais que dans le terrain crétacé, les Rudistes fixés par la valve gauche formaient un groupe bien caractérisé (**formes normales**) pouvant être facilement distingué des **formes inverses** fixées par la valve droite ; les premières tournant à droite et les secondes à gauche, à la manière des Exogyres.

Du premier groupe je décrivais successivement les *Requienia*, *Matheronia*, *Toucasia*, *Apricardia* et *Bayleia* dans lesquels la charnière rappelait celle des *Diceras*, tandis que dans le deuxième, comprenant les Monopleurinés, les Caprines et le groupe des anciens Rudistes, la disposition de la charnière était inverse. Je pouvais dès lors résumer dans un tableau final la phylogénie de cette grande famille.

Dans ce tableau la position de chaque forme se trouvait fixée ; j'admettais encore leur parenté avec les Chames crétacées et tertiaires. C'est seulement plus tard que j'ai montré que ces dernières avaient une origine tout à fait différente, l'analogie des formes n'étant qu'un phénomène de convergence, résultant d'un mode de fixation analogue.

La distinction des formes normales et des formes inverses que j'avais ainsi proposée a toujours été maintenue et confirmée ; elles constituent, comme nous le verrons, deux groupes évoluant séparément et d'une manière très différente ; mais nous allons voir aussi que l'hypothèse mise en avant par Munier-Chalmas de l'homologie des valves libres et fixées dans ces deux groupes, a dû être tout à fait abandonnée, en conséquence même des remarquables travaux du même auteur.

Je passerai en revue successivement les formes jurassiques et les formes crétacées.

FORMES JURASSIQUES

Origine des *Diceras*.

Nous savons que les Rudistes ont apparu, avec le genre *Diceras*, dans les couches littorales du Jurassique moyen (Rauracien) autour du massif vosgien. L'hypothèse la plus simple que l'on

1. II. Sur quelques formes peu connues de la famille des Chamidés (*Bull. Soc. géol. de Fr.*, 3e série, t. XV, p. 756), 20 juin 1887.

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

puisse faire pour expliquer leur apparition, est qu'ils descendent en réalité d'un Lamellibranche vivant dans les mêmes couches mais qui a brusquement changé son mode d'existence, il vivait libre et il s'est fixé. Il est facile de comprendre comment ce changement a pu se produire. Très jeune il a été couché sur le fond par les courants, il a cherché à ne pas être entraîné et pour cela il a adhéré par son pied à un corps résistant ; les lames de son test, nouvellement formées, sont encore molles ; sous la pression du pied elles se moulent sur le support et elles finissent par y adhérer solidement.

La situation était avantageuse, l'eau agitée est riche en oxygène et en matières nutritives ; l'animal s'y développe rapidement et y prospère comme le montrent et la grande taille qu'il acquiert et l'épaisseur de la coquille. Mais on constate en outre que dans ces couches les nouvelles formes sont assez nombreuses pour constituer un nouveau genre.

Il est difficile d'admettre qu'elles dérivent d'un seul individu ; il est plus vraisemblable qu'un certain nombre de jeunes se sont fixés en même temps, peut-être tous ceux qui proviennent d'une même ponte, placée dans une situation anormale. C'est dans ce petit groupe isolé que les *modifications se seraient transmises intégralement par hérédité*, d'où la multiplication rapide du nouveau type qui s'est trouvé ainsi fixé.

Un nouveau genre a pris ainsi naissance, les *Diceras*, mais quels en sont les parents ?

Quand les *Diceras* sont bien conservés, ils sont ornés de côtes rayonnantes partant du sommet, et cette ornementation va se maintenir dans toute la famille. Or, parmi les Lamellibranches vivant avec eux, il n'en est qu'un seul qui présente cette ornementation, les *Pterocardium*. Il semble donc bien qu'il faille lui attribuer la paternité du nouveau type et c'est l'hypothèse que j'ai présentée, dès 1903[1]. Nous aurons seulement à examiner si ce rapprochement permet d'expliquer les modifications produites. Il est certain que par suite même de la fixation, la forme extérieure sera tout à fait différente, mais que deviennent les caractères internes, l'appareil cardinal et les impressions musculaires ? Cherchons d'abord à préciser les éléments de la charnière.

Les travaux de Munier-Chalmas[2], puis de son élève Ber-

1. H. Douvillé. Notice sur ses travaux scientifiques (Lille, Le Bigot, imprimeur éditeur, 1903, 110 p., 165 fig.), p. 43.

2. Munier-Chalmas. Note préliminaire sur le développement de la charnière chez les Mollusques acéphales (note remise pour le *C. R. des séances de la Soc. géol.* le 18 février 1895 et renvoyée aux notes et mémoires à cause de son développement. En réalité, elle a été imprimée à part sous le n° XI).

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

nard[1], ont montré que dans les Lamellibranches hétérodontes, les dents de la charnière se sont développées suivant une loi régulière, de sorte qu'il est possible d'attribuer à chacune d'elles un état civil déterminé, une notation précise bien définie ; étudiant leur mode de développement, ils ont fait voir qu'elles dérivent d'une série de lamelles apparaissant dans le jeune en dehors des muscles ; on en distingue 4 de chaque côté, alternant d'une valve à l'autre ; on peut les numéroter de I à IV, en partant de l'intérieur vers l'extérieur.

L'observation a montré que la *lamelle 1 est toujours sur la valve droite* ; la deuxième de cette valve sera la lamelle III, tandis que celles de la valve gauche seront notées II et IV. Ces lamelles donnent naissance aux dents latérales, en dehors des muscles : nous pourrons ainsi avoir du côté antérieur les latérales impaires A I et A III sur la valve droite, et les latérales paires A II et A IV sur la valve gauche. Du côté postérieur on ne distingue habituellement que 3 lamelles donnant naissance aux latérales P I, P II, P III ; mais exceptionnellement nous verrons apparaître une lamelle IV signalée par Bernard, représentée par une dent P IV.

Les latérales antérieures, en se prolongeant vers le ligament primitif au sommet des valves, donnent naissance aux cardinales 1 et 4 ; les dents, 2, 3 et 4 pouvant coiffer les précédentes et se dédoubler en 2 *a*-2 *b*, 3 *a*-3 *b* et 4 *a*-4 *b*. Toutes les dents peuvent ainsi être notées, mais le plus souvent, quelques-unes d'entre elles sont seulement représentées. Le résultat important des travaux que je viens de rappeler, c'est que les dents de la *valve droite* seront toujours de *notation impaire* et celle de la *valve gauche* de *notation paire* ; les dents de l'une des valves ne peuvent donc être les homologues de celles de l'autre, comme l'avait supposé Munier-Chalmas et cette hypothèse, que j'avais moi-même acceptée dans mes premiers travaux, doit être abandonnée.

Dans sa première note de 1895, Bernard a figuré ainsi, p. 115, le développement de la charnière dans un Hétérodonte : dans le

1. Bernard. Note préliminaire sur le développement et la morphologie comparée de la charnière des Lamellibranches (*C. R. des séances de la Soc. géol. de France*, 18 févr. 1895).

Munier-Chalmas. Deuxième note préliminaire sur la charnière des Mollusques acéphales (*C. R. des séances de la Soc. géol. de France* le 18 mars 1895, p. LIII).

Bernard. Première note sur le développement et la morphologie de la coquille chez les Lamellibranches (*B. S. géol. Fr.*, 3e série, t. XXIII, p. 104, avril 1895). — Deuxième note, *ibid.*, t. XXIV, p. 51. — Troisième note, *ibid.*, p. 412, 1896. Quatrième et dernière note, *ibid.*, p. 559, 1897.

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

très jeune âge il existe sur la valve droite D, du côté antérieur deux lamelles qui deviendront les latérales antérieures A I et A III, celle-ci en se prolongeant formera près du ligament la dent cardinale 3 ; sur la valve gauche il signale une latérale antérieure, A II et sur son prolongement la cardinale 2. Je reproduis cette disposition dans la figure 1, avec les notations que j'ai adoptées. Nous retrouverons son développement dans les *Pterocardium* (fig. 2), les dents cardinales 2 et 3 s'étant nettement individualisées et séparées des latérales.

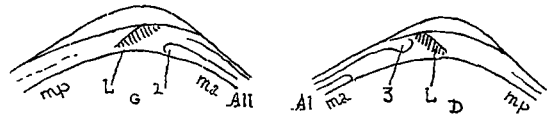


FIG. 1. — Charnière d'un très jeune Hétérodonte, d'après Bernard.
A I latérale antérieure et 3 cardinale de la valve droite D ;
A II lat. ant. et 2 cardinale de la valve gauche G ;
L ligament, *ma* et *mp* muscles.

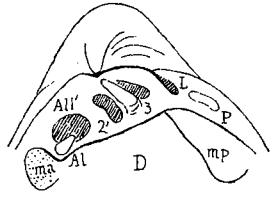


FIG. — Charnière d'un *Pterocardium*.

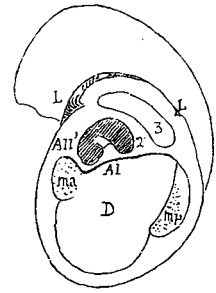


FIG. 3. — Charnière d'un *Diceras*.
Mêmes notations que pour la Fig. 1.

Si nous comparons maintenant les caractères internes de cette forme avec celle des *Diceras* (fig. 3), nous serons tout d'abord frappé de ce que les muscles présentent exactement la même disposition dans ces deux formes ; elle est assez particulière dans les *Pterocardium*, et elle a été exactement conservée dans *Diceras*, le muscle antérieur restant placé dans une sorte d'enfoncement à l'extrémité du plateau cardinal, tandis que l'impression du muscle postérieur avec son bord relevé, s'enfonce sous le même plateau cardinal.

Dans *Pterocardium* la charnière de la valve droite se compose du côté antérieur d'une latérale A I et d'une cardinale 3, alternant avec les fossettes A II′ et 2′ ; la même disposition se retrouve dans *Diceras*, seulement simplifiée par suite de la dispa-

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

rition de la dent 2 ; mais la forme des dents a changé, c'est que, en s'accroissant par le côté siphonal, la coquille a tourné autour du point fixé, situé un peu en avant du muscle antérieur ; ce développement spiral s'est traduit par la forme générale de la coquille et également par celle des éléments de la charnière : les dents se sont courbées dans le sens de la gyration, la cardinale 3 s'est allongée comme le ligament, parallèlement au bord arqué de la coquille. Ce mouvement tangentiel de croissance rapide a empêché toute formation de dents postérieures, et la charnière se trouve réduite à son minimum nécessaire de 3 dents, les trois principales des *Pterocardium* A I, A II, 3[1], modifiées dans leur forme par le développement spiral de l'animal. Nous voyons ainsi comment le *Pterocardium* est devenu un *Diceras* par suite de sa fixation, et notre hypothèse se trouve confirmée.

Suivons maintenant l'évolution des *Diceras* ; ils peuvent être fixés soit par la valve droite, soit par la valve gauche ; pour cette raison Bayle en avait distingué deux groupes, le premier comprenant avec *D. arietinum* les formes fixées par la valve droite (*strangulatum*, *angulatum*, *Buvignieri*) et le second les formes fixées par la valve gauche (*D. sinistrum*, *Cotteaui*, *eximium*, *Moreaui*). La charnière est la même dans les deux groupes, mais il pourrait être commode de les distinguer, en réservant le nom de *Diceras* (s. str.) pour les espèces du groupe du *D. arietinum* et en désignant les formes du deuxième groupe, fixées par la valve gauche, sous le nom d'*Epidiceras*. Ces deux groupes sont confondus à l'origine, quand le centre de giration n'est guère qu'un point situé un peu en avant du muscle antérieur, ils se différencieront bientôt, comme nous allons le voir, par leur évolution, quand la surface de fixation augmentera d'importance.

Déjà, dans *D. Buvignieri*, on observe que le muscle postérieur reste au contact du plateau cardinal, mais c'est dans le groupe des *Epidiceras*, fixés par la valve gauche, que se produit la première modification importante : pendant le premier stade du développement (période infantile) la torsion de la coquille s'est atténuée et la surface de fixation a augmenté. Elle atteint la dent A II qui se trouve ainsi fortement appuyée sur son soutien et relativement immobilisée ; c'est autour d'elle que va se faire maintenant le développement spiral, son rayon de giration se trouvant ainsi notablement réduit : la charnière sera moins étalée, le muscle postérieur s'écartera moins du ligament et restera dans le voisi-

1. Il faudra donc substituer cette notation à celle de B' N B, que j'avais proposée dans mes premiers travaux.

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

nage de la cardinale 3, sur le plateau cardinal. C'est le genre *Heterodiceras* Mun.-Ch. (fig. 3) (type *H. Luci*) qui apparaît dans le Jurassique supérieur.

La dent A I, située en dedans de l'axe de gyration va diminuer d'importance, et dans *H. valfinense* (fig. 4) elle ne sera plus représentée que par une petite lame plaquée sur A II.

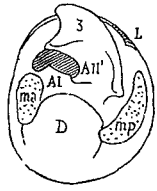


Fig. 4. — *Heterodiceras valfinense*, valve supérieure droite D ; la latérale A I est très peu développée, tout contre la dent A II, représentée par sa fossette A II' *ma*, *mp*, muscles ; L ligament.

La dent 3 s'est moins allongée tangentiellement, elle est large, très saillante et se déverse en dehors. Les valves sont souvent très inégales, la supérieure devenant capuliforme avec son sommet rejeté sur le côté.

Nous arrivons maintenant à la période crétacée pendant laquelle les Rudistes vont prendre un développement considérable, aussi remarquable par l'abondance des formes que nous allons voir apparaître, que par leur variété. Dès 1887, nous avons indiqué qu'ils constituent dès ce moment deux rameaux distincts, suivant qu'ils sont fixés par la valve gauche ou par la valve droite [1], nous avons désigné le premier groupe comme celui des **formes normales**, il fait la suite des *Heterodiceras*, le second constituant le groupe des **formes inverses**, fixées par la valve droite.

FORMES CRÉTACÉES

A. **Formes normales.**

Elles sont fixées par la valve gauche et prolongent directement les *Heterodiceras* ; les caractères internes en diffèrent très peu, comme on peut s'en assurer en comparant avec ce dernier genre les formes les plus anciennes du groupe, représentées par le genre *Requienia* (fig. 5) : dans le type du genre (*R. ammonia*) nous retrouverons la même charnière, sur la valve supérieure la dent anté-

1. H. Douvillé. *C. R. somm. des séances de la Soc. géol. de France*, 2 mai 1887, p. LV. — Sur quelques formes peu connues de la famille des Chamidés (*Bull. Soc. géol. de Fr.*, 3e série. t. XV, p. 756).

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

rieure A I, la fossette A II′ et la cardinale 3, celle-ci plus petite et moins déversée en dehors [1] que sur les *Heterodiceras* ; sur son prolongement le muscle postérieur vient s'insérer sur le plateau cardinal, tandis que sur la valve gauche fixée il est porté par une lame saillante s'enfonçant sous le plateau cardinal. La valve supérieure, déjà notablement aplatie dans *R. Pellati*, devient tout à fait plate et multispirée (fig. 5).

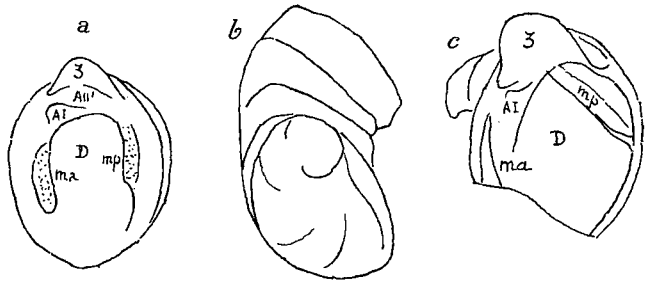


FIG. 5. — Formes normales : *a*, *b*, *Requienia Pellati*, *b*, vue générale montrant l'enroulement à gauche, *a*, charnière de la valve droite D (A I, A II′, 3), *c*, *Apricardia Archiaci*, valve sup. droite montrant la position du muscle postérieur en avant du plateau cardinal.

Dans *Toucasia* la valve supérieure redevient capuliforme, plus ou moins carénée, et on voit reparaître pour supporter le muscle postérieur une lame, d'abord soudée au plateau cardinal dans *T. carinata* (*loc. cit.*, fig, 2), puis s'en écartant progressivement dans *T. Lonsdalei* et *T. Seunesi*. Cette disposition est encore plus accentuée dans les *Apricardia* de la craie supérieur (fig. 5) où le muscle postérieur a repris la position qu'il avait dans *Diceras* en avant du plateau cardinal.

La lame myophore devient coudée dans *Pseudotoucasia santanderensis* [2] et se complique encore davantage dans *Bayleia*.

Dans ces divers genres la coquille est nettement et fortement spiralée ; elle reste le plus souvent couchée sur sa surface d'appui, le développement s'effectuant comme toujours du côté postérieur. Quand exceptionnellement elle s'écarte de l'appui, dans *R. ammonia*, les valves inférieures et supérieure conservent toujours l'enroulement multispiré.

Les *Matheronia* [3] représentent un type aberrant remarquable

1. Note II. Sur quelques formes peu connues de la famille des Chamidés (*Bull. Soc. géol. de Fr.*, 3e série, t. XV, p. 756, pl. XXVIII, fig. 1).

2. H. DOUVILLÉ. Rudistes des Pyrénées (*B. S. G. Fr.*, 3e série, t. XVII, 1889, p. 633, fig. 4, 5). — *Pseudotoucasia* et *Bayleia* (*ibid*, 4e série, t. XI, p. 190).

3. H. DOUVILLÉ. Les Réquiénidés et leur évolution (*Bull. Soc. géol. fr.*, 4e série, t. XIV, 1915, p. 383).

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

par la grande épaisseur du test ; l'enroulement est moins accentué, la charnière est devenue presque symétrique et une dent P II a pu se développer entre l'extrémité du ligament et le muscle postérieur. Il semble que la fixation s'est faite sur un point différent, plus éloigné du muscle antérieur.

B. **Formes inverses.**

Nous avons vu qu'elles étaient fixées par la valve droite, ce qui les distingue immédiatement des formes normales fixées par la valve gauche ; on doit les considérer comme dérivant des *Diceras* proprement dits, également fixés par la valve droite. Elles évolueront comme le groupe précédent par un ralentissement de la croissance, tout au début du développement, la coquille restant largement adhérente à son support pendant cette première période.

L'allongement tangentiel diminue, le muscle postérieur reste dans le voisinage de la dent cardinale 3 et comme précédemment vient s'appuyer sur le plateau cardinal. Mais ce premier stade se maintient plus longtemps dans les formes inverses et c'est seulement au début du Crétacé que nous verrons apparaître des modifications importantes.

La valve fixée qui, dans les formes normales, n'avait qu'une seule dent AII, en a maintenant deux AI et 3 ; mais à la fin du Jurassique l'allongement de la surface de fixation a atteint la dent 3 et celle-ci va se trouver relativement immobilisée comme l'était déjà la dent AI. Avec cette double immobilisation tout développement spiral deviendrait bien difficile, aussi voyons-nous la petite dent AI, qui avait déjà bien diminué d'importance dans le groupe précédent, cesser maintenant de se développer et disparaître complètement. La valve fixée n'a plus dès lors qu'une seule dent, comme dans les formes normales, mais c'est la dent 3 ; c'est autour d'elle que se fera le développement gyratoire et l'allongement tangentiel ; mais elle est bien plus rapprochée du ligament, le rayon de la spirale est bien plus court et le développement ne pourra plus avoir dans cette direction qu'une faible amplitude. Il persiste cependant ; la coquille conserve encore sa forme spiralée et à l'intérieur on distingue toujours sur la valve fixée le plateau cardinal supportant le muscle postérieur.

Nous venons de voir que le développement de la coquille se trouvait gêné dans son allongement tangentiel, l'animal cherche alors à se développer dans une autre direction et il s'élève au-dessus de son support ; la croissance, spirale à l'origine, devient hélicoïdale, comme le montre l'allongement en hauteur de la

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

valve inférieure, et sur celle-ci la rainure ligamentaire devient bien visible.

Ces modifications sont nettement caractérisées dès le début du Crétacé dans le genre *Valletia* M.-Ch. (type *V. Tombecki*) (fig. 6). La forme générale rappelle encore celle des *Diceras*, mais à l'intérieur la dent A I a disparu et la charnière se trouve réduite à deux dents A II sur la valve gauche libre et 3 sur la valve droite fixée. Le ligament s'est légèrement écarté de cette

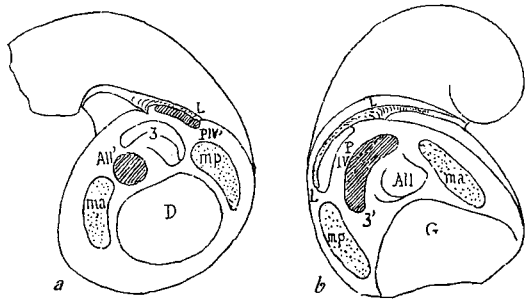


Fig. 6. — *Valletia Tombecki* : on distingue sur la valve gauche libre le renflement P IV du bord externe de la coquille et sur la valve droite la dépression correspondante P IV' le long du ligament L, qui est devenu héliçoïdal : la charnière est réduite à 2 dents, A II et 3.

dernière dent immobilisée et à son contact on voit le bord de la valve se renfler, réalisant ainsi la formation d'une lamelle postérieure IV ; nous avons vu plus haut que Bernard en avait prévu la possibilité. Ce renflement va se développer rapidement et deviendra une véritable dent latérale postérieure que nous devrons noter P IV[1] ; elle est déjà bien formée dans les *Monopleura* et les *Gyropleura*, qui apparaissent dès les couches *à Valletia*; la charnière se trouve ainsi complétée à 3 dents, A II, 3 et P IV, tandis qu'elles étaient A I, A II, 3 dans les formes normales. Dans le genre *Gyropleura*[2] H. Douv. (type *G. cenomanensis*)

1. Dans mes premiers travaux j'avais désigné par B'NB les 3 dents de la charnière des Rudistes ; dans les Dicératinés du Jurassique, comme dans les formes normales du Crétacé, B'et N sont les latérales antérieures A I et A II, tandis que B est la cardinale 3, les dents impaires A I et 3 étant toujours celles de la valve droite et la dent paire AII, celle de la valve gauche. Dans les formes inverses cette notation ne peut être conservée, la dent unique se trouvant être celle de la valve droite et devant être de notation impaire 3, tandis que les deux dents de la valve gauche libre sont de notation paire A II et P IV. La notation B'NB qui dans les formes normales était devenue A I, A II, 3 doit être remplacée dans les formes inverses par A II, 3, P IV, cette dernière dent toujours intimement liée au ligament et au muscle postérieur.

2. H. Douvillé. Sur quelques formes peu connues de la famille des Chamidés (*Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 3e série, t. XV, p. 768, juin 1887).

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

(fig. 7) qui se prolonge jusque dans la craie supérieure, la coquille est encore enroulée et j'ai indiqué que la valve inférieure largement adhérente rappelle tout à fait la forme de certaines Exogyres. Le plateau cardinal bien développé recouvre la cavité umbonale et supporte le muscle postérieur, tandis que celui-ci sur la valve supérieure est porté par une apophyse lamelliforme ou lame myophore.

Nous retrouverons la même disposition dans *Horiopleura* M.-Chalmas (type *H. Lamberti*) de l'Aptien-Albien ; j'en ai figuré la valve inférieure tout à fait exogyroïde[1], sur la valve supérieure on distingue la lame myophore postérieure (fig. 8) au-dessous de

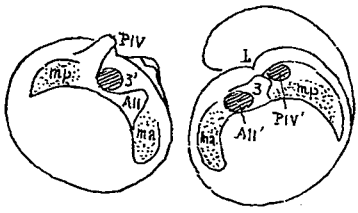


Fig. 7. — Schéma de *Gyropleura cenomanensis* : 3 cardinale de la valve droite, entre les dents A II et P IV, de la valve gauche.

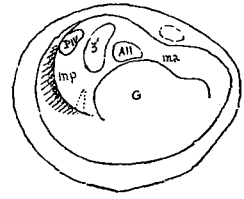


Fig. 8. — *Horiopleura Baylei*, valve gauche, avec sa lame myophore *mp*, sous laquelle s'enfonce une étroite cavité accessoire.

laquelle se développe une cavité accessoire plus ou moins développée. Elle devient très importante dans *Polyconites* Roulland (type *P. operculatus*).

Cette disposition du muscle postérieur, implanté d'une part sur le plateau cardinal de la valve inférieure et de l'autre côté sur la lame myophore de la valve supérieure, est tout à fait caractéristique de ce premier groupe des formes inverses ; il persistera jusqu'à la fin.

A côté de *Valletia* nous venons de voir apparaître également le genre *Monopleura* Math. (type *M. varians*) ; la dent P IV, bien formée (fig. 9 et 10), est toujours étroitement liée au ligament.

C'est dans le Barrêmien et l'Urgonien que ce genre prendra son grand développement ; dans ces faunes d'une grande richesse, il sera possible de distinguer des espèces assez différentes pour devenir les souches de rameaux distincts, évoluant d'une manière indépendante.

Dans certains, comme dans *M. varians*, la forme générale spi-

1. H. Douvillé. Rudistes des Pyrénées (*Bull. Géol. de Fr.*, 3e série, t. XVII, p. 634, pl. XVI), 1889.

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

ralée est encore conservée, mais bientôt nous verrons la valve inférieure s'allonger, prendre la forme conique, et sur sa surface nous distinguerons la rainure hélicoïdale du ligament. Cette disposition, déjà bien visible dans *M. michailensis*, s'exagérera dans

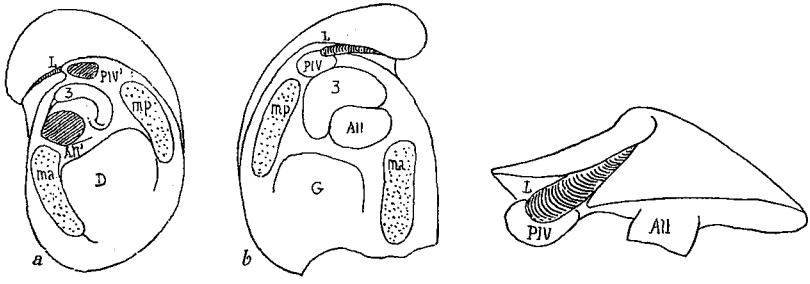


FIG. 9, 10. — *Monopleura michaillensis* : A II, P IV, dents de la valve gauche entre lesquelles la section de la cardinale 3 de la valve droite est conservée ; l'extrémité du ligament L s'appuie sur la dent P IV ; même disposition bien visible sur la vue latérale d'une autre valve supérieure, fig. 10.

M. mutabilis et surtout dans *M. Bruni*[1], où nous verrons en outre les zones siphonales marquées à la surface du test par des bandes lisses, comme on pouvait déjà l'observer dans certains *Horiopleura* (voir plus haut, p. 337, la note sur les Rudistes des Pyrénées, pl. XVI, fig. 2.

Cet allongement de la valve inférieure est encore plus accentué dans *Pachytraga*[2], il entraine également celui des éléments de la charnière qui, en se développant verticalement, laissent entre eux des vides ou cavités accessoires O (fig. 11).

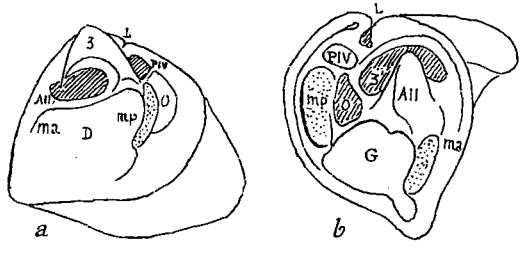


FIG. 11. — *Pachytraga Lapparenti* : A II, P IV, dents latérales de la valve gauche, 3 cardinale de la valve droite ; O cavités accessoires, l'une d'elles, sur le prolongement de la fossette 3' ; *mp*, lame myophore de la valve gauche (d'après Paquier).

1. H. DOUVILLÉ. Le Barrémien sup. du Brouzet (*Mém. Soc. Géol. de Fr.*, Paléont., Mém. n° 52, tome XXII), 1918.

2. PAQUIER. Les Rudistes urgoniens (*Mém. Soc. Géol. de Fr.*, Paléont., Mém. 29, t. XI), 1903.

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

Le bord du plateau cardinal se redresse, il supporte toujours le muscle postérieur, et il laisse en dehors une cavité accessoire dans laquelle pénétrera une lame myophore de la valve supérieure portant le muscle sur sa face interne. Une autre cavité O le développe sur le prolongement de la dent 3.

Caprines.

Sur d'autres espèces, on voit les valves s'élargir ; il se forme sur les bords de la valve supérieure, à l'intérieur de la couche externe des cavités accessoires marginales, les éléments de la charnière étant maintenus au voisinage du ligament par l'allongement des dents A II et P IV. Ces cavités accessoires, consolidées par des cloisons radiales, caractérisent les Caprines. Elles apparaissent dans l'Urgonien avec le genre *Prœcaprina* Paquier (type, *P. varians*) où ces cloisons sont simples (fig. 12, p. 340). Elles sont régulièrement bifurquées dans *Caprina adversa* (fig. 13) du Cénomanien, puis polyfurquées dans les *Plagioptychus* (fig. 14) de la craie supérieure [1].

Dans les *Caprinula* (fig. 15), les cloisons radiantes se combinent avec des cloisons transverses, déterminant ainsi des canaux qui pénètrent en profondeur dans les couches internes du test, situées en dehors de l'impression palléale, mais toujours en dedans de la couche externe. Dans ce dernier genre les canaux envahissent les deux valves.

Dans les *Caprotina* (fig. 16 et 17) du Cénomanien, ces cloisons sont réduites à une seule qui vient aboutir précisément au muscle postérieur. Si l'on se rappelle que c'est sur ce muscle que s'appuie le ganglion nerveux postérieur, on voit que cette cloison suit la direction d'un filet nerveux, et l'on serait amené à étendre cette manière de voir à toutes les cloisons analogues. Celles-ci reproduiraient ainsi un réseau nerveux particulièrement développé dans la zone marginale du manteau. Nous savons du reste que dans les Lamellibranches et en particulier dans les *Cardium*, il existe bien sur le bord du manteau un réseau nerveux de cette nature, aboutissant à des organes qui ont été comparés à des yeux.

Dans ce groupe des Caprines, le test présente certaines particularités de structure ; les cloisons qui se développent dans la région

1. Ill. H. Douvillé. Études sur les Caprines (*Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 3e série, t. XVI, p, 699), 1888.

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

marginale entre les muscles et la couche externe sont constituées par du tissu compact, et ce même tissu constitue une grande par-

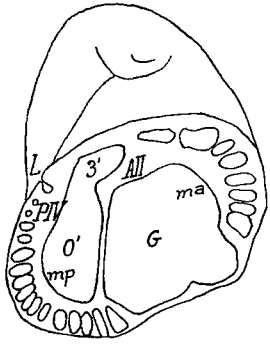


FIG. 12. — *Prœcaprina varians* : valve gauche montrant le grand développement de la cavité accesoire O' sur le prolongement de la fossette 3'; *mp*, lame myophore sur le prolongement de P IV ; cavités accessoires avec cloisons simples sur le pourtour (d'après Paquier).

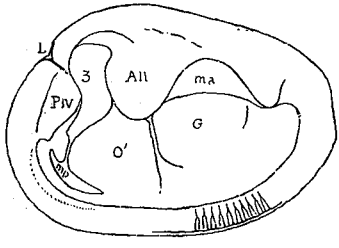


FIG. 13. — *Caprina adversa* : valve sup. gauche, avec ses dents A II et P IV, entre lesquelles est conservée la cardinale 3 de la valve inférieure avec sur son prolongement la lame myophore *mp* ; sur le pourtour on distingue les lames radiantes bifurquées, séparées du milieu extérieur par la couche externe très mince.

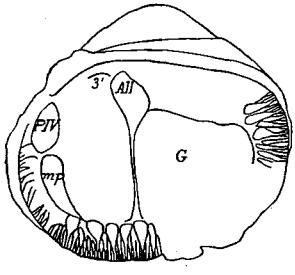


FIG. 14. — *Plagioptychus Aguilloni* : valve sup. gauche montrant les lames radiantes marginales polyfurquées ; sur le prolongement de P IV, le muscle postérieur *mp* est porté par le bord du plateau cardinal dressé.

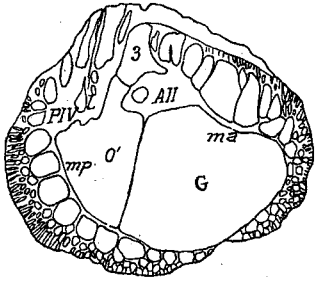


FIG. 15. — *Caprinula Boissyi* : valve sup., les lames radiantes marginales croisées par des cloisons transverses, déterminent un réseau de canaux, qui s'enfoncent en profondeur, à l'intérieur de la couche externe.

tie de la région correspondante sur la valve inférieure, dans *C. adversa* comme dans *Plagioptychus* (voir la note que je viens de citer, pl. XXIV et XXV).

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

Le développement spiral est toujours bien marqué au début du développement ; dans cette période la coquille est largement adhérente à son support et elle a la forme d'une Exogyre, comme nous l'avons précédemment figuré dans *Gyropleura* (fig. 7 *a*), *Horiopleura*, *Monopleura* (fig. 9). Cette forme infantile, exogyroïde, persiste assez longtemps dans *Caprotina striata* comme le montre la figure 17 : on distingue sur la région fixée la saillie de la dent 3 entre les fossettes A II′ et P IV′ ; à la suite, le plateau cardinal est bien caractérisé, portant l'impression du muscle postérieur, et nous savons que son autre extrémité vient s'insérer sur la lame myophore *mp*. de la valve supérieure (fig. 16).

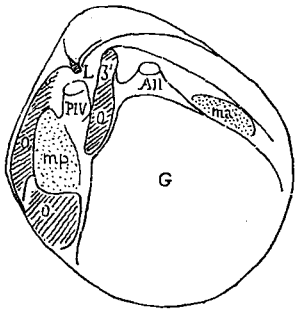


FIG. 16. — *Caprotina striata* : valve sup. gauche G ; les cloisons transverses sont réduites à une seule qui aboutit à la lame myophore *mp*, elle-même comme toujours sur le prolongement de P IV ; la cavité accessoire O, sur le prolongement de 3′, est très étroite.

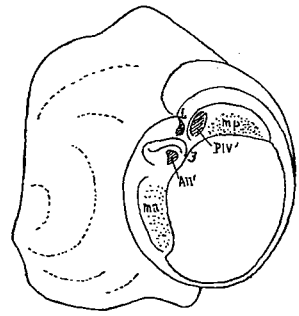


FIG. 17. — Valve inf. droite : on voit sa large fixation sur une valve sup. de Pycnodonte, et la dent 3 immobilisée sur cet appui entre les fossettes A II′ et P IV′ ; à la suite de cette dernière, le muscle postérieur *mp*, sur le plateau cardinal.

Dans les formes de grande taille, cette première période est assez brève, le développement spiral s'atténue rapidement, et est remplacé par un développement en hauteur, la valve inférieure devenant conique. Mais la valve supérieure a continué à s'enrouler, elle prend même, par exemple dans *Caprina adversa*, un développement considérable. Exceptionnellement, au contraire, dans une petite forme (*Caprotina costata*) la coquille devient conique très tôt et la valve supérieure reste plate ou peu bombée.

Dans toutes les formes inverses que nous venons de passer en revue, on constate la persistance de certains caractères : le ligament reste toujours à côté de la dent P IV, et de même la lame myophore de la valve supérieure reste attachée par sa base à

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

cette même dent P IV (fig. 16). Nous verrons dans la suite l'importance de ces liaisons.

Malgré leur évolution très avancée, ces formes présentent encore les caractères essentiels des Hétérodontes, deux valves reliées par deux muscles et un ligament, — et une charnière formée de dents alternant sur les deux valves ; en outre, le test est comme d'habitude formé par des couches internes et une mince couche externe. Dans ces conditions, il n'est pas étonnant que l'on ait d'abord rapproché ces formes des Chames, également fixées et présentant précisément le même développement spiral.

Par contre, les formes qu'il nous reste à examiner paraissent, à première vue, s'écarter considérablement de ce type ; ce sont celles qui avaient d'abord attiré l'attention et pour lesquelles le nom de Rudistes avait été proposé. Elles constituent deux groupes importants, les Hippurites et les Radiolites : nous allons voir comment elles se rattachent aux formes précédentes.

Les Hippurites.

Ils apparaissent dès le Turonien, à la suite des Caprines du Cénomanien ; ils s'en distinguent immédiatement par leurs caractères extérieurs : la valve inférieure prend un grand développement, d'abord conique et dressée comme dans beaucoup de Caprines, elle s'allonge ensuite rapidement et devient cylindroïde, présentant 2 ou 3 sillons longitudinaux ; elle est ordinairement ornée de côtes longitudinales plus ou moins saillantes. La valve supérieure par contre reste plate ou légèrement renflée, et elle présente des canaux radiants rappelant ceux des *Caprinula*.

Les caractères essentiels sont difficiles à reconnaître extérieurement par suite de l'état de fossilisation des échantillons, et il est presque toujours nécessaire d'avoir recours à des sections transverses (fig. 18, 19, 21) : on constate alors tout d'abord, que le test est constitué par une couche épaisse de tissu compact, tout à fait semblable à celui qui constitue la valve inférieure des Caprines, mais on ne trouve plus trace de la mince couche externe fibreuse qui en recouvrait la surface ; il en résulte que ce test est en réalité constitué non par les couches externes, comme on l'admet d'habitude, mais par un simple renforcement de la zone marginale des couches internes.

Ces couches marginales (fig. 18) présentent à l'intérieur une première saillie supportant le ligament L puis du côté postérieur

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

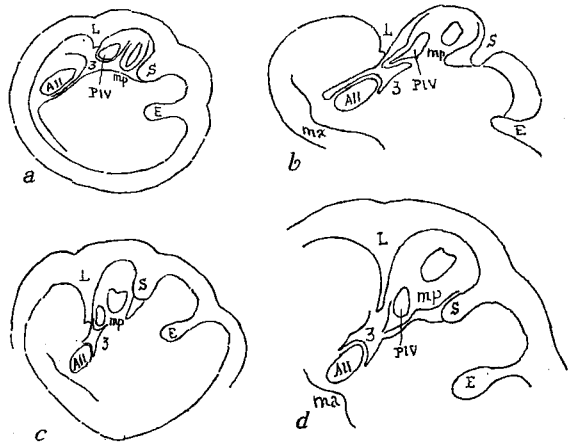


FIG. 18. — Hippurites ayant conservé le ligament.
a *Hippuritella resecta*, b *Vaccinites Rousseli*, c *V. Grossouvrei*, d *V. inferus*.

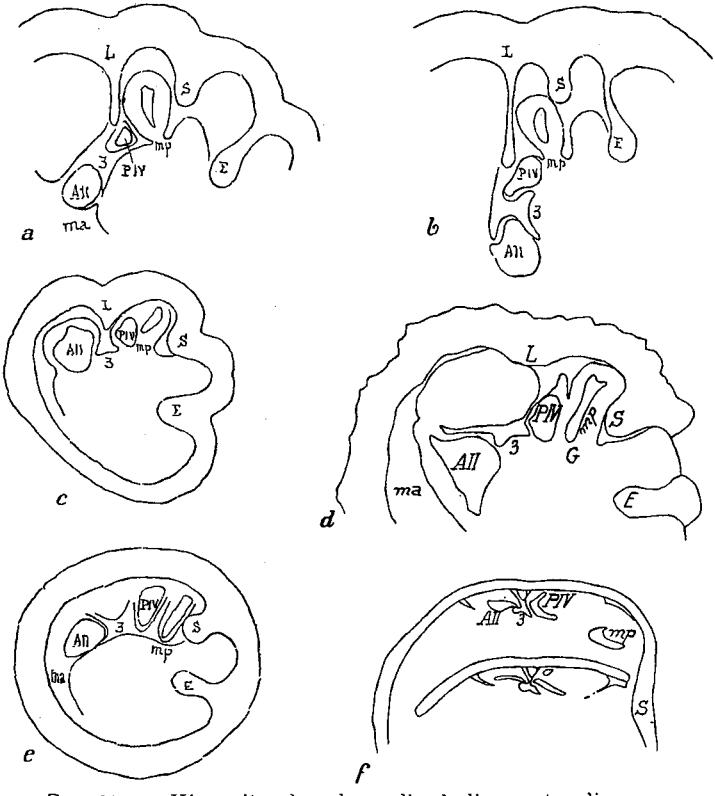


FIG. 19. — Hippurites dans lesquelles le ligament a disparu.
a *Vaccinites galloprovincialis*, b *V. corbaricus*, c *Orbignya socialis*
d *Hippuritella sulcatoïdes*, e *Orbignya cornucopiæ*, f *O. Arnaudi*.

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

deux autres saillies de forme arrondie S et E, constituant des piliers qui se prolongent dans toute la longueur de la valve.

A côté du ligament, on distingue les éléments d'une charnière semblable à celle des Caprines ; c'est d'abord la dent unique 3 de la valve inférieure ; sa section est en forme d'X, et ses branches limitent les alvéoles, dans lesquelles s'enfoncent les longues dents A II et P IV de la valve supérieure ; les branches internes représentent en réalité les bords du plateau cardinal primitif ; la branche antérieure aboutit à un large muscle antérieur directement appuyé sur la face interne de la coquille, tandis que sur la branche postérieure est implanté le muscle postérieur ; au-dessus on distingue la section d'une apophyse supportant l'autre extrémité du muscle postérieur et rappelant la lame myophore des Caprines ; on constate que le premier pilier vient se placer immédiatement à côté de ce muscle postérieur, il occupe donc la place de l'ouverture de sortie S des siphons, tandis que l'autre pilier correspond à l'ouverture d'entrée E ; dans ces dispositions si particulières nous ne trouvons plus aucun indice d'un développement spiral.

L'apparition de ces piliers est le caractère le plus frappant des Hippurites ; ce ne sont tout d'abord que de simples renflements (fig. 19 *f*) ou des inflexions du test (fig. 19 *c*), mais ils augmentent rapidement d'importance et deviennent de véritables replis qui s'approfondissent progressivement ; ils peuvent même se refermer extérieurement et le pilier devient alors une colonnette arrondie reliée par un pédicule aux couches marginales (fig. 18 *d*, fig. 19 *b*). Sur la valve supérieure, ces replis se traduisent par une échancrure du pourtour dont les bords, en se rejoignant, peuvent laisser libres des ouvertures qui seront les *oscules*.

Quelle est la cause de ces modifications du pourtour de la coquille ? Elles se montrent de très bonne heure comme on le voit sur la figure 20 qui représente de très jeunes Hippurites ; on ne peut qu'être frappé en même temps de la grande extension de la surface de fixation, beaucoup plus développée certainement que dans les Caprines (fig. 17). Dans ces dernières, elle avait seulement atteint la dent 3 et le développement spiral avait pu persister autour de cette dent, relativement immobilisée ; de là la forme exogyroïde de la valve fixée, tandis que dans la valve libre se développait une lame myophore supportant le muscle postérieur.

La persistance de cette lame myophore dans les Hippurites fait voir que le développement des jeunes a débuté par une

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

période analogue, mais la surface de fixation continuant à s'agrandir, a atteint la dent P IV et le muscle postérieur, de sorte que l'appareil cardinal en entier se trouve fixé et immobilisé dans la portion de la coquille adhérente à son appui.

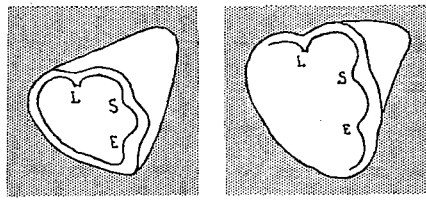


FIG. 20. — Deux très jeunes *Hippuritella variabilis*, de Batna, montrant la persistance de leur fixation qui est devenue totale, et le début des 3 replis caractéristiques : L, arête ligamentaire, S et E, siphons.

Dans ces conditions, tout développement spiral se trouve arrêté ; et la coquille continuant à croître, elle ne pourra d'abord que s'élargir. L'immobilisation de la dent P IV aura alors des conséquences importantes : nous avons vu qu'elle était liée au ligament et au muscle postérieur, celui-ci associé au ganglion nerveux qui commande les ouvertures des siphons. Par suite de ces liaisons, le bord de la valve sera retenu sur ces trois points, et ne pourra suivre le mouvement d'élargissement de la coquille ; il se déprimera et ces inflexions seront l'origine des 3 replis qui en se développant deviendront l'arête cardinale L et les deux piliers S et E.

On voit que ces dispositions si particulières, qui caractérisent les Hippurites, sont les conséquences directes de l'augmentation de la surface de fixation.

Nous avons suivi la diminution progressive du développement spiral à partir des *Heterodiceras* ; il a maintenant complètement disparu ; le développement en largeur qui l'a remplacé avait donné naissance dans les Caprines aux cavités accessoires marginales ; maintenant, agissant sur un type plus évolué, il fait apparaître des éléments nouveaux, l'arête ligamentaire, les piliers et les oscules.

En même temps, on voit s'accentuer les signes de dégénérescence, la mince couche externe fibreuse a disparu et il en résultera des conséquences importantes pour la valve supérieure : nous avons vu se développer dans l'épaisseur du test toute une série de canaux qui débouchent sur le limbe (Pl. XV, fig. 1) et y dessinent un réseau analogue à celui des *Caprinula* ; par suite de la disparition de la couche externe, ces canaux vont

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

s'ouvrir à l'extérieur, et toute la surface de la valve sera criblée de perforations ou *pores* ; c'est là encore un des caractères si particuliers des Hippurites. Ces pores ont des formes variées, ils peuvent être réticulés, polygonaux ou linéaires et fournissent ainsi des caractères permettant de distinguer plusieurs genres dans la famille des Hippurites : *Vaccinites* Fischer (type *H. cornuvaccinum*), *Hippuritella* [1] H. Douv. (type *H. Maestrei*), *Orbignya* Woodw. (type *H. bioculatus*).

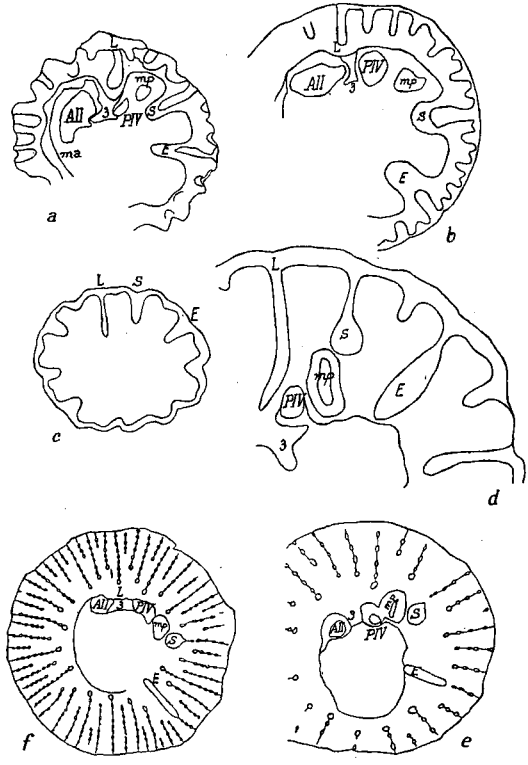


Fig. 21. — Hippurites à replis multiples.
a *Batolites tyrolicus*, b, *B. organisans*, c *Pironaca polystylus* jeune, d *id.* adulte, e *Barrettia sparcilirata*, f *B. monilifera*.

La dégénérescence va s'accentuer par la disparition du ligament ; déjà dans les Caprinidés il était devenu interne, dans les Hippurites il s'éloigne encore plus du bord de la valve, il lui est donc difficile de jouer son rôle habituel. Il est cependant con-

1. H. Douvillé, Étude sur les Rudistes (*Mém. Soc. géol. Fr.*, Paléont., t. XVII, Mém. n° 41, 1910, p. 9.

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

servé dans beaucoup d'espèces du Turonien, où sa présence se traduit par la troncature de l'arête ligamentaire (fig. 18). Mais bientôt on voit cette arête s'arrondir à son extrémité (fig. *a*, *b*, *c*), puis se raccourcir ; dans certaines espèces, elle ne sera plus représentée que par un renflement du test, en dehors de la charnière (fig. 19, *d*), qui lui-même disparaîtra complètement (fig. 19, *e*, *f*). On rencontre cependant, jusque dans le Campanien, des espèces ayant conservé le ligament (*H. sulcatus*, *H. Archiaci*).

Dans un grand nombre d'Hippurites, la solidité du test est augmentée par la présence de côtes saillantes ; en outre, la couche marginale du test devient plus compacte, plus résistante ; elle se détache en saillie sur le limbe où elle forme des festons correspondant aux côtes et séparés par des sillons ; ceux-ci, en s'exagérant, deviendront de véritables replis, ou crêtes rayonnantes, réparties sur la périphérie du limbe, comme on le voit dans *H. tirolicus* (fig. 21 *a*) et surtout dans *H. organisans* (fig. 21 *b*) du Santonien, pour lequel on a proposé de reprendre le genre *Batolites* MONTFORT.

Ces replis multiples prendront une grande importance dans certaines formes géantes, où ils constitueront tout le test ; c'est le caractère du genre *Pironaca* MENEGHINI (type *P. polystylus*) du Campanien (fig. 21 *d*).

Ils deviennent bien plus compliqués dans *Barretia* WOODW. (type *B. monilifera*, type fig. 21 *f*) ; la croissance des replis s'effectuant par saccades, ils seront constitués par une série de colonnettes reliées par une mince cloison.

LES RADIOLITES.

Ce deuxième rameau se développe parallèlement au précédent, mais son évolution est bien plus précoce, plus abrégée. Il dérive directement de *Monopleura*, dont il conservera l'appareil cardinal, avec ses dents A II, 3 et P IV ; mais la surface de fixation qui atteignait seulement la dent 3 s'est considérablement agrandie, elle atteint toute la charnière et, comme nous l'avons vu dans les Hippurites, il en résulte la suppression de tout développement spiral, suppression très précoce et qui se produit dès les premières phases de la croissance. La coquille au lieu de s'élargir se développe immédiatement en hauteur ; il ne se forme plus de plateau cardinal et le muscle postérieur est, comme le muscle antérieur, directement implanté sur le test lui-même : celui-ci a conservé sa composition normale : il reste constitué par un grand

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

développement des couches externes, nettement caractérisées par leur structure celluleuse.

Les dents A II et P IV de la valve supérieure se développent sur le bord de la valve, de chaque côté de la dent 3, elle-même située à côté du ligament ; c'est le caractère du genre *Agria* MATH. (type *A. marticensis*) (fig. 22 *a*, *b*), qui apparaît dans l'Urgonien ; les impressions musculaires sont encore superficielles, mais bientôt on les voit se transformer en apophyses saillantes (fig. 22 *c*, *d*) divergeant des dents A II et P IV ; ce

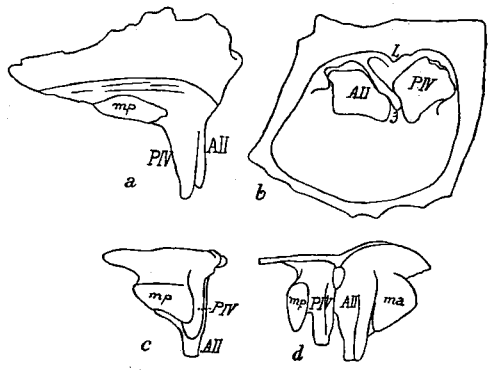


FIG. 22. — Radiolitidés.
a, b *Agria marticensis*, vue latérale et coupe de la charnière : A II, P IV dents de la valve sup. gauche, 3 cardinale de la valve inf. — *c*, *d Eoradiolites Rousseli*, deux vues de la valve supérieure montrant les grandes apophyses qui supportent les muscles *ma* et *mp*.

caractère est bien marqué dès l'Albien, où apparaissent les premiers Radiolitidés avec *Eoradiolites* H. DOUV. [1] (type *Eor. Davidsoni*). La valve inférieure est costulée et présente deux longues bandes lisses E, S, correspondant aux siphons ; les coupes (fig. 23) montrent le grand développement des couches externes avec leur structure celluleuse caractéristique.

Dans les *Præradiolites* [2] H. DOUV. (fig. 24 *a*) (type *R. Fleuriaui*), le test est lamelleux et les bandes siphonales ne sont plus indiquées que par des ondulations des lames qui constituent le test. Celles-ci sont fortement plissées dans les *Radio-*

1. H. DOUVILLÉ. Sur le genre *Eoradiolites* (*C.R. des séances de la S. G. de Fr.*, 1909, p. 77. — *Id.* Études sur les Rudistes (*Mém. S.G. de Fr.*, Paléont., Mém. 41, t. XVIII, 1910, p. 22.

2. H. DOUVILLÉ. Classification des Radiolites (*Bull. Soc. géol de Fr.*, 4e série, t. II, p. 461. — Sur un nouveau genre de Radiolites, *ibid.*, p. 478, pl. XV, fig. 9-12, 1902). — A. TOUCAS. Études sur la classification et l'évolution des Radiolitidés (*Mém. Soc. géol. de Fr.*, Paléont., Mém. n° 36, t. XIV, XVI et XVII, 1907 à 1909).

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

lites Lk. (fig. 24 *b*) (*s. str.* type *R. angeiodes*) ; elles sont aplaties et redressées dans les zones siphonales.

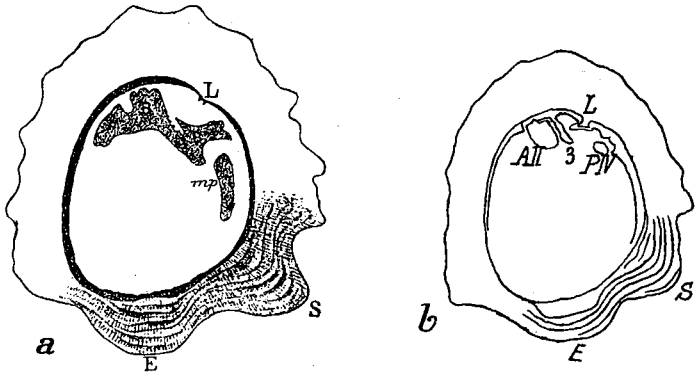


Fig. 23. — *Eoradiolites Rousseli* : Deux sections, *b* montrant la charnière A II, 3, P IV ; sur a on distingue les apophyses myophores, la postérieure *mp* séparée de P IV par l'échancrure où passe le tube intestinal, ainsi que la structure celluleuse des couches externes du test.

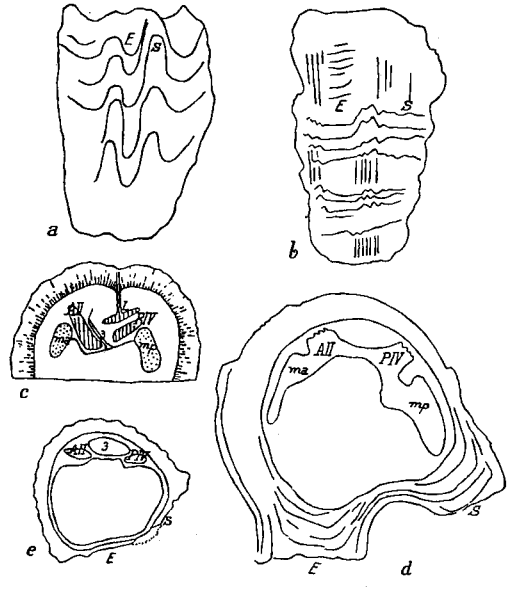


Fig. 24. — Radiolitidés.
a *Præradiolites Toucasi*, b *Radiolites galloprovincialis*, c *Spherulites foliacens*, d *Bournonia excavata*, e *Biradiolites* (*Distefanella*) *lombricalis*.

Les *Spherulites* Delamétherie (type *R. foliaceus*) sont caractérisés par leur forme étalée ; le ligament interne est encore bien

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

développé, et, comme toujours, tout à côté de la dent P IV et du muscle postérieur (fig. 24 *c*). Il disparaît dans les *Biradiolites* d'Orb. (*s. str.* type *B. canaliculatus*), qui comprennent des formes très variées [1], toujours caractérisées par des bandes siphonales plates. Parona a proposé le genre *Distefanella* (fig. 24 *e*) pour les petites formes cylindroïdes, voisines du *Bir. lombricalis*, du Turonien, et Fischer a distingué sous le nom de *Bournonia* [2] (type *B. Bournoni*) les Biradiolites du Dordonien, où les bandes siphonales sont marquées par de simples ondulations des lames du test (fig. 24 *d*), comme dans les *Praeradiolites*.

Dans ces divers genres, la valve supérieure est tantôt plate, tantôt plus ou moins convexe, comme dans *R. radiosus* et *R. angeiodes*; exceptionnellement elle est capuliforme dans *Mouretia* [3] H. Douv. (type *M. Arnaudi*).

Sauvagésiinés.

Nous avons vu que les Radiolites étaient caractérisés par un grand développement des couches externes, avec leur structure celluleuse caractéristique; elle est déjà bien marquée dans les *Eoradiolites* de l'Albien; elle s'accentue rapidement dans le groupe des *Sauvagesia*, où les couches du test sont constituées par de grandes cellules polygonales formant un réseau très régulier (*M. S. G. Fr., Pal.*, t. XVIII, Mém. n° 41, p. 16, fig. 14). Cette disposition, bien visible sur le limbe, avait frappé Woodward qui l'a figurée dès 1855 (fig. 26, p. 352).

Une structure analogue a été signalée dans les Huîtres [4], type également fixé et dégénéré; on constate dans les formes vivantes que les couches externes sont constituées par un tissu celluleux léger, spongieux, formé de larges cellules polygonales dont les parois sont conservées et mises en évidence par la fossilisation; il est vraisemblable que le test des Sauvagésiinés avait une composition analogue, conclusion que l'on pourrait étendre peut-être à tous les Radiolites.

1. H. Douvillé. Sur quelques Rudistes du Liban et sur l'évolution des Biradiolitinés (*Bull. Soc. géol. de Fr.*, 4e série, t. XIV, p. 409, 1913).

2. H. Douvillé. Études sur les Rudistes (*Mém. Soc. géol. de Fr.*, Paléont., t. XVIII, Mém. n° 41, p. 24, 1910).

3. H. Douvillé. Sur un nouveau genre de Radiolites, à la suite de la classification des Radiolites (*Bull. Soc. géol. de France*, 4e série, t. II, p. 478, pl. XV, fig. 9-12, 1902). — Ce genre a été changé par Cossmann en *Robertella* (*Revue critique, Paléoz.*, 1904, p. 254) dédié à Robert Douvillé.

4. H. Douvillé. Études sur les Lamellibranches, Vulsellidés (*Ann. de Paléontologie*, t. II, 1907), p. 3, fig. 1 à 4.

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

Les premiers *Sauvagesia*, Bayle 1857 (type *Sph. Sharpei*) [1], ont apparu dans le Cénomanien (fig. 25 *a*) : ce sont des coquilles cylindriques, costulées, dans lesquelles les bandes siphonales se distinguent par la finesse de leur costulation. La charnière est celle des Radiolites : on distingue les deux fortes dents A II et P IV et entre elles une petite cardinale lamelliforme 3 ; entre celle-ci et la dent P IV le ligament est porté par une arête courte et épaisse. Les apophyses myophores sont bien développées, l'antérieure est soudée à la dent A II, et la postérieure est séparée de la dent P IV par l'échancrure habituelle dans laquelle passe le tube anal.

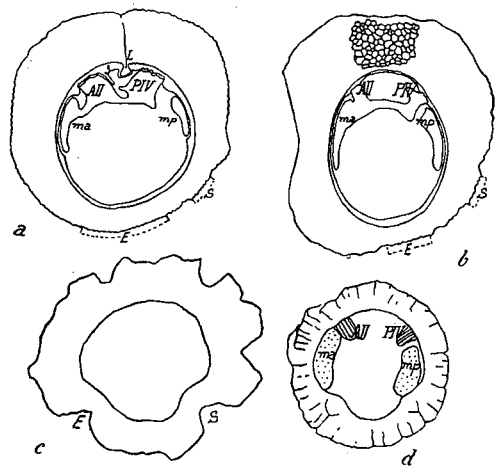


FIG. 25. — Sauvagesiinés.
a *Sauvagesia Sharpei*, b *Durania cornupastoris*, c *Durania* sp. montrant les sillons des siphons, d *Lapeirousia*, section montrant les dents de la charnière A II, P IV, les muscles *ma*, *mp*, et les piliers, l'un deux (S) immédiatement en avant du muscle postérieur.

Dès la partie supérieure du Cénomanien, on voit disparaître le ligament, et j'ai proposé pour ces formes le genre *Durania* (type *Bir. cornupastoris* du Turonien) [2] (fig. 25 *b*) ; la charnière est exactement celle des Biradiolites ; les bandes siphonales sont toujours finement costulées.

Certaines espèces sont ornées de côtes saillantes, les bandes siphonales sont alors logées dans des sillons plus ou moins pro-

1. H. DOUVILLÉ. Sur les caractères internes des *Sauvagesia* (*Bull. Soc. géol. de Fr.*, 3e série, t. XIX, p. 669), 1891.
2. H. DOUVILLÉ. Études sur les Rudistes (*Mém. Soc. géol. de Fr.*, Paléont., t. XVIII, mém. 41, p. 23, 1910).

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

fonds et on voit le limbe se renfler intérieurement au droit de ces sillons (fig. 25 *c*), disposition qui rappelle celle qui a donné naissance aux piliers des Hippurites ; elle provient de même de la liaison qui existe entre le muscle postérieur, le ganglion nerveux et les siphons.

Ce caractère s'exagère dans *Lapeirousia*, Bayle 1878 (fig. 25 *d*) (type *L. Jouanneti*) ; les sinus correspondant aux bandes siphonales sont très profonds et leurs bords se rejoignant laissent un vide triangulaire qui se reproduit sur la valve supérieure, constituant une ouverture analogue aux oscules des Hippurites, le gonflement du limbe formant en même temps une sorte de pilier (*loc. cit.*, supra, p. 350[5], Mém. 41, 1910, p. 26, pl. I, fig. 9 à 12).

Nous venons de voir que dans les Sauvagésiinés les couches externes étaient de consistance particulièrement légère, aussi seront-elles quelquefois comme dans les Hippurites, renforcées par des dépôts plus compacts, plus résistants. C'est tantôt comme dans certains *Durania* (*Ibid.*, Mém. 41, 1910, p. 16, fig. 10, pl. I, fig. 6) une sorte d'écorce continue, tantôt dans les *Lapei-*

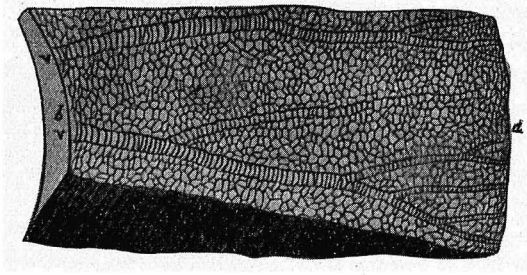


Fig. 26. — Durania Mortoni, réseau du limbe, d'après Woodward.

rousia, des îlots plus ou moins irréguliers de tissu compact, développés dans les sillons, entre les côtes.

Cette disposition est particulièrement exagérée dans les *Lapeirousia syriaca* décrits et figurés par Vautrin [1] ; le limbe que j'ai fait figurer à nouveau (pl. XV, fig. 3) présente une disposition analogue à celle que j'ai figurée d'après Woodward dans *Durania Mortoni* (fig. 26), mais les sillons dichotomes sont remplacés par des bandes également dichotomes, formées par le tissu polygonal normal. Elles aboutissent extérieurement à des

1. H. Vautrin. Sur quelques formes nouvelles de Rudistes recueillies en Syrie septentrionale, p. 31, fig. 5, pl. II et pl. III, fig. 1 et 2 (Contribution à l'étude géol. de la Syrie sept. publiée par le H[t] commissariat de la Rép. fr. en Syrie et au Liban, p. 29-43, 1933).

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

côtes plates séparées par des sillons, et dans ces sillons à chaque période de croissance on voit se former un îlot arrondi de tissu compact en forme de verrue, tandis que les îlots précédents se surélèvent constituant des colonnettes ; les lignes d'accroissement s'infléchissent autour de ces saillies. Celles-ci forment sur le limbe une série de crêtes rayonnantes intercalées entre les bandes dichotomes et débutant à l'extérieur par une rangée d'îlots simples ; cette rangée se dédouble lorsque la crête s'élargit, celle-ci commence toujours, du côté interne, par un îlot simple au point de bifurcation des bandes.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Nous venons de suivre dans le détail l'évolution des Rudistes et nous avons constaté qu'elle se produisait par paliers successifs.

Leur apparition est brusque, à peu près à la manière des mutations de De Vries : un changement dans la manière de vivre d'un *Pterocardium*, l'abandon de sa liberté et la fixation à un appui, modifient profondément son développement de manière à en faire un genre nouveau *Diceras*. Celui-ci persistera jusqu'à la fin du Jurassique, ne présentant que des modifications de forme, permettant de distinguer des espèces.

Un changement qui paraît brusque, se produit dans les *Epidiceras* fixés par la valve gauche, à l'époque du Jurassique supérieur : le muscle postérieur se développe en restant dans le voisinage du ligament et de la cardinale 3, sur le plateau cardinal. Il semble dû à une augmentation de la surface de fixation, c'est-à-dire à un prolongement de ce qu'on pourrait appeler la période infantile. C'est le genre *Heterodiceras* et cette disposition nouvelle va persister jusqu'à la fin du Crétacé, dans les *formes normales* toujours fixées par la valve gauche. Les modifications successives qu'elles présentent pendant le Crétacé, sont assez importantes pour qu'on ait pu distinguer une série de genres ; la valve supérieure plate, dans *Requienia*, devient capuliforme dans *Toucasia*, tandis que le muscle postérieur s'écarte de la charnière et reprend dans *Apricardia* la position qu'il avait à l'origine dans les *Diceras*.

Autre modification brusque au début du Crétacé, mais atteignant les *formes inverses*, fixées par la valve droite, la dent antérieure A I disparaît, elle est remplacée par une dent nouvelle P IV sur la valve libre, de manière à reconstituer une

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

charnière normale à 3 dents, dont une seule sur la valve fixée ; la nouvelle dent P IV se développe rapidement toujours liée au ligament (*Valletia*, *Gyropleura*, *Monopleura*).

Cette évolution est également marquée par une augmentation progressive de la surface de fixation et une diminution du développement spiral, devenant hélicoïdal. La croissance de la coquille se fera alors en hauteur ou en largeur, et il en résultera des modifications extrêmement variées, dont certaines auront une valeur générique.

Le muscle postérieur est resté sur le plateau cardinal comme dans *Heterodiceras*, mais le développement de la coquille en épaisseur (*Horiopleura*) ou en hauteur (*Pachytraga*) entraîne la formation d'une apophyse myophore sur la valve supérieure, et ce caractère nouveau va persister jusqu'à la fin.

Un développement en largeur, succédant au développement en hauteur amène la formation de cavités accessoires marginales caractérisant les Caprines.

Malgré toutes les modifications qu'elle a subies, la coquille des Rudistes a encore conservé la constitution normale des Lamellibranches hétérodontes et c'est ce qui explique qu'on ait pu les rapprocher des Chames présentant le même développement spiral. Mais avec les Hippurites la dégénérescence commence : une grande augmentation de la surface de fixation entraîne l'arrêt du développement spiral et l'immobilisation de l'appareil cardinal sur son appui, notamment de la dent P IV ; nous avons vu que celle-ci était liée avec le ligament et avec le muscle postérieur, lui-même associé au ganglion nerveux qui commande les ouvertures des siphons ; son immobilisation fait obstacle sur ces trois points à l'élargissement de la coquille ; de là, sur son bord, la formation des dépressions ou des replis qui deviendront l'*arête ligamentaire* et les *piliers* caractéristiques des Hippurites.

Mais en même temps une mutation nouvelle a apparu, la mince couche externe des Caprines a disparu et le test n'est plus formé que par la partie marginale des couches internes ; nous l'avons vue devenir compact dans la valve inférieure des Caprines, tandis que les cloisons et les canaux se développaient dans la région correspondante de la valve supérieure. Nous retrouvons ici des canaux analogues dans la valve supérieure des Hippurites, mais la couche externe a disparu et les canaux pourront s'ouvrir directement à l'extérieur par les *pores*. L'apparition de ce caractère singulier se trouve ainsi expliquée.

La dégénérescence se poursuit par la disparition du ligament,

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

par la multiplication des replis et par l'apparition des formes géantes.

Un dernier rameau, celui des Radiolitidés, est caractérisé comme le précédent par la disparition du développement spiral, et elle résulte également d'une augmentation de la surface de fixation ; mais elle se produit dès le premier âge, avant la formation du plateau cardinal. Le muscle postérieur est directement implanté sur la surface interne du test, comme il l'était dans *Pterocardium* et dans *Diceras*.

Il faut faire remonter l'origine de ce rameau, aux *Monopleura*, dont il a conservé la charnière caractéristique A II, 3, P IV. Il se développe rapidement en hauteur avec les *Agria* ; la valve inférieure conique s'approfondit, d'où la formation, dans *Eoradiolites*, d'apophyses supportant les muscles et évitant leur trop long allongement.

Les couches externes avec leur texture caractéristique, sont ici très développées ; elles forment dans les Sauvagésiinés un réseau polygonal régulier, très lâche, rappelant la structure des Huîtres actuelles. Un développement exagéré de ces couches externes dans *Lapeirousia*, a pour conséquences la formation de piliers et d'oscules rappelant ceux des Hippurites.

Comme dans les Hippurites, la dégénérescence se traduit par la disparition du ligament et l'apparition de formes géantes.

J'ai ainsi reconstitué l'histoire géologique des Rudistes, mais je crois utile d'appeler tout particulièrement l'attention sur les points où apparaissent des modifications assez importantes pour constituer des genres nouveaux. C'est l'objet des tableaux suivants :

ORIGINE ET ÉVOLUTION

Origine : A l'époque du Jurassique moyen des *Pterocardium* se sont fixés dans le très jeune âge pour éviter d'être entraînés par les courants. La coquille s'est accrue en tournant autour du point de fixation et a pris la forme spirale ; la charnière s'est réduite au minimum de 3 dents, deux latérales antérieures AI, AII, et la cardinale 3 près du ligament.

Ces modifications se sont transmises intégralement par hérédité, d'où formation de deux genres nouveaux, **Diceras**, fixé par la valve droite, et **Epidiceras**, par la valve gauche, qui seront l'origine de deux rameaux.

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

Rameau des *Epidiceras*.

Fixation par la valve gauche.
Une seule dent A II, sur la valve fixée.

Il évolue au Jurassique supérieur par l'augmentation de la surface de fixation ; il en résulte que le muscle postérieur s'écarte moins de la charnière et reste sur le plateau cardinal, près de la dent **3**..... ***Heterodiceras***, p. 333.

Au Crétacé la surface de fixation continue à augmenter, ce sont les formes normales :

Valve supérieure plate..... ***Requienia***, *id.*

Valve supérieure capuloïde avec lame myophore s'écartant progressivement de la charnière..... ***Toucasia***, *id.*
Apricardia, *id.*

Rameau des *Diceras*.

Fixation par la valve droite.
Deux dents sur la valve fixée A I (caduque) et **3**.

Il évolue au début du Crétacé par l'augmentation de la surface de fixation qui atteint et immobilise la dent **3**. Le muscle postérieur reste sur le plateau cardinal, mais la dent A I s'atrophie et disparaît, de sorte que la charnière est réduite à 2 dents A II et **3**, dont une seule **3** sur la valve fixée.

Mais dès le début du Crétacé une nouvelle dent postérieure P IV commence à s'individualiser dans..... ***Valletia***, p. 336.

Elle est bientôt complètement formée, le développement restant spiral dans..... ***Gyropleura***, *id.*

La coquille s'épaissit et se renfle, avec lame myophore postérieure horizontale..... ***Horiopleura***, p. 337.

La coquille s'allonge, le développement devient hélicoïdal..... ***Monopleura***, *id.*

La coquille s'allonge avec lame myophore postérieure dressée, une cavité accessoire sur le prolongement de la dent 3..... ***Pachytraga***, p. 338.

Elle s'élargit avec formation sur la valve supérieure de cavités accessoires marginales cloisonnées (*Caprines*)..... p. 339.

Dans l'Urgonien cloisons simples..... ***Prœcaprina***
Dans le Cénomanien cloisons bifurquées.... ***Caprina***
Id. une seule cloison .... ***Caprotina***
Id. des canaux..... ***Caprinula***

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

Dans le Crétacé sup. cloisons polyfurquées. ***Plagioptychus***, p. 339.
Dans le Turonien apparition d'un genre nouveau dérivant des Caprines, mais dégénéré par la disparition des couches fibreuses externes... ***Hippurites***, p. 342.
C'est l'origine d'un rameau secondaire.

Rameau des Hippurites.

La surface de fixation envahit tout l'appareil cardinal, qui dès le jeune âge se trouve ainsi immobilisé, sur son appui.

Les liaisons qui existent entre l'appareil cardinal, dent postérieure P IV et muscle postérieur avec son ganglion nerveux, — et d'autre part avec le ligament et les ouvertures des siphons, — gênent sur ces trois points l'élargissement de la coquille, d'où formation sur son bord de dépressions qui deviennent en s'exagérant *l'arête ligamentaire* et les *piliers* S et E (fig. 20, p. 345).

En même temps on constate une dégénérescence du type, marquée par la disparition de la couche externe fibreuse du test, suppléée par la partie marginale des couches internes, déjà individualisée dans les Caprines. Les canaux de la valve supérieure peuvent dès lors s'ouvrir à l'extérieur par les *pores*.

Formes à pores réticulés..... ***Vaccinites***, p. 346.
Id. polygonaux ou linéaires... ***Hippuritella***
La dégénérescence s'accentue par la disparition du ligament..... ***Orbignya***
Les ondulations du bord de la valve inférieure s'exagèrent et forment des piliers multiples..... ***Batolites***
qui deviennent, des organes de soutien..... ***Pironaea***
et se divisent en colonnettes..... ***Barretia***

Rameau des Radiolites.

Dérive de *Monopleura*
par augmentation de la surface de fixation
qui atteint toute la charnière et supprime le développement spiral.
Les couches externes sont celluleuses.

Coquille conique, valve supérieure plate ou concave, pas d'apophyses myophores..... ***Agria***, p. 348.
Des apophyses myophores ;
Les siphons marqués par deux bandes lisses ***Eoradiolites***
Id. par deux ondulations des lames du test... ***Prœradiolites***
Id. par deux bandes plissées..... ***Radiolites***
Coquille étalée..... ***Sphærulites***
Disparition du ligament.
Test lamelleux ; les bandes siphonales plates. ***Biradiolites***, p. 350.

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

Coquille conique costulée..... ***Distefanella***
Coquille couchée, bandes siphonales ondulées. ***Bournonia***

SAUVAGESIINÉS.

Branche dérivée des *Eoradiolites*.
L'appareil cardinal est conservé.

Les cellules des couches externes se sont individualisées, ont pris la forme polygonale et forment sur le limbe un réseau régulier, tandis que dans les Radiolites elles sont plus fines et se groupent radialement.

La coquille devient rapidement cylindrique, elle est ornée de côtes régulières, plus fines sur les bandes siphonales..... ***Sauvagesia***, p. 350.

Le ligament disparaît; les côtes ont une tendance à s'exagérer..... ***Durania***, p. 352.

Les bandes siphonales se déprimen, se creusent, puis se ferment par l'élargissement du limbe, donnant naissance comme dans les Hippurites à des piliers et à des oscules..... ***Lapeirousia***

LÉGENDE DE LA PLANCHE XV

FIG. 1, 2. — ***Hippurites petrocoriensis***, DOUVILLÉ, de Saint-Cirq (Dordogne).

FIG. 1. — Face interne un peu grossie du limbe de la valve supérieure, montrant le réseau des ouvertures des canaux, rappelant ceux des Caprinules; à la base on distingue les grands canaux.

FIG. 2. — Surface de la même valve, en vraie grandeur; on voit le grand développement des pores.

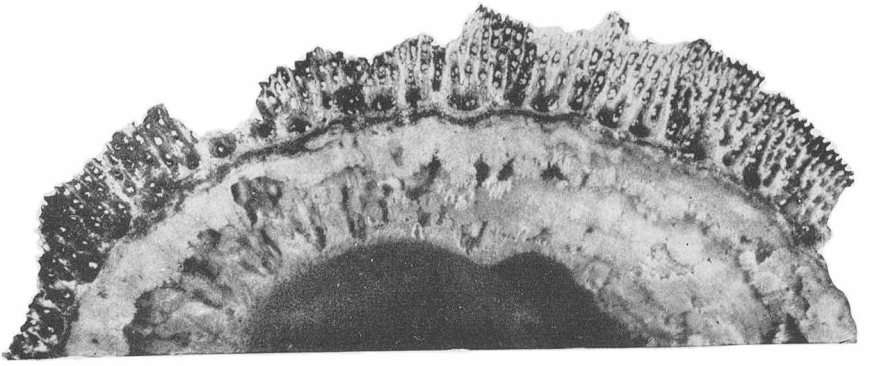
Les lignes blanches rayonnantes, bifurquées, correspondent aux cloisons des Caprinidés, et peut-être comme je l'ai indiqué (p. 30) à un réseau nerveux développé dans la partie marginale du manteau.

FIG. 3. — ***Lapeirousia syriaca***, VAUTRIN, de Yeyla (Syrie).

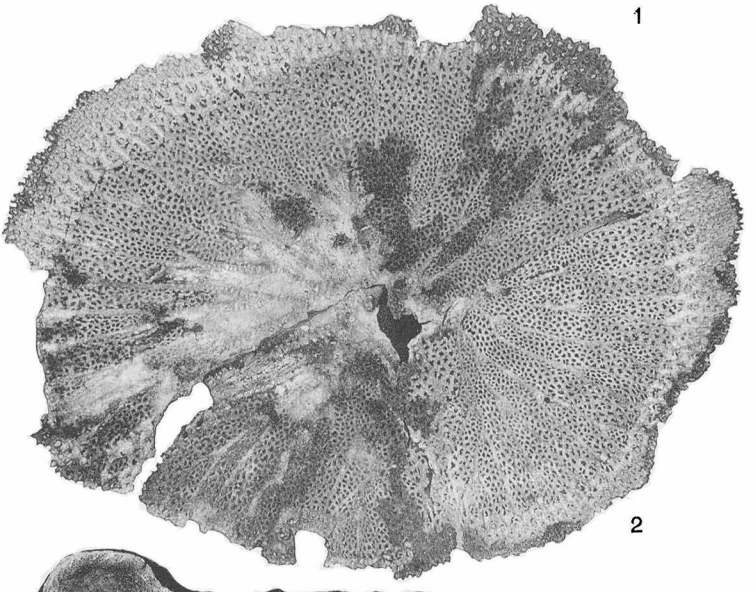
Section d'une portion de la valve inférieure, montrant les bandes rayonnantes dichotomes, formées par le tissu polygonal, normal; elles rappellent les sillons dichotomes des *Durania* (fig. 26); et aboutissent aux côtes externes. Elles sont à rapprocher des lignes bifurquées de la fig. 2

Les intervalles correspondent aux crêtes verruqueuses du limbe, avec leurs colonnettes de tissu compact, dont les sections se détachent en blanc. On distingue à gauche un des piliers. A rapprocher de la fig. 3 *a b*, pl. II, du mémoire cité de M. Vautrin, montrant la naissance des colonnettes dans les sillons, entre les côtes externes.

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



1



2

3

Fig. 1, 2. Cl. Saulnier

Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

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

NOTES SUR QUELQUES ÉCHINIDES FOSSILES

PAR **J. Lambert** [1].

PLANCHE XVI.

Au moment où paraissait mon Mémoire sur les Échinides fossiles du Nord de l'Afrique, j'ai reçu de deux de mes correspondants, M. le Professeur Dalloni et M. Nicolas Menchikoff, de nouvelles communications d'espèces, les unes de l'Algérie, une autre du désert libyque. Ces Échinides, parvenus trop tard pour être mentionnés dans mon Mémoire, feront ici l'objet de deux très courtes notes. J'ai cru devoir en rédiger une troisième sur diverses espèces crétacées du Mexique, notamment de la province de Chiapas, où l'on n'en avait encore signalé aucun, à ma connaissance.

Enfin je donne ici une courte note de Dom Valette sur un *Antedon* cénomanien du Sud de la Tunisie.

I. — ÉCHINIDES DU DJEBEL OUTAIA

M. le Professeur Dalloni a bien voulu me communiquer un certain nombre d'Échinides recueillis par lui au Djebel Outaia, dans la ceinture crétacée qui entoure le massif triasique.

Il y a lieu de mettre à part deux espèces trouvées dans une couche miocène de recouvrement : des radioles du *Cyathocidaris avenionensis* DESMOULINS et un Clypéastre un peu fruste, qui me paraît être le *Clypeaster Scillæ* DESMOULINS. Ces deux espèces, plus fréquentes dans l'Helvétien, étaient en Algérie attribuées par Pomel à son Cartennien.

Les espèces crétacées sont les suivantes :

Thylechinus Joudi PERON et GAUTHIER (*Cyphosoma*). Échin. foss. de l'Algérie, II, fasc. VIII, p. 139, pl. XIII, f. 1, 6, est représenté par un jeune individu.

Thylechinus Said PERON et GAUTHIER (*Cyphosoma*), *op. cit.*, p. 172, pl. XIX, f. 3, 10. — Gauthier a réuni sous ce nom deux formes très différentes : l'une normale (fig. 3, 5), l'autre à zones miliaires enfoncées en dessus, formant une sorte de poche, qui

1. Note présentée à la séance du 20 mai 1935.

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

semble servir de *déversoir à la plaque oviducale*. Bien qu'il ne le dise pas positivement, Gauthier paraît donc avoir considéré la dépression interambulacraire comme un véritable marsupium. Cette considération de l'existence d'une différence sexuelle pourrait seule justifier la réunion en une unique espèce d'individus aussi dissemblables.

Bien que de petite taille, mesurant 20 mm. de diamètre sur 10 de hauteur, l'exemplaire recueilli par M. Dalloni permet de compléter la description de Gauthier et de constater que le cadre de la poche marsupiale est formé par les plaques interradiales à sutures verticales finement striées ; le fond de la poche semble avoir été constitué par de minces plaquettes portant des granules inégaux, mais dont les sutures sont indistinctes. Le marsupium paraît avoir été ici un annexe de l'apex plutôt que la transformation des plaques interambulacraires à un rôle sexuel. — Pl. XVI, fig. 3.

L'individu d'El Outaia permet en outre de constater qu'à la taille de 20 mm. les majeures ambulacraires étaient moins nettement constituées et plus inégales que chez les individus de 37 mm.

Clypeopygus Schlüteri COQUAND (*Echinobrissus*), pl. XVI, fig. 7, 9.

Cette espèce établie, mais non figurée, par Coquand dans son Étude supplémentaire sur la Paléontologie algérienne, p. 295, comprenait pour lui trois individus du Campanien de M'karta. Or l'un de ceux-ci était un véritable *Clypeopygus Jullieni* COQUAND, et Gauthier, ayant constaté cette confusion, a supprimé l'espèce *Schlüteri* (*op. cit.*, fasc. VIII, p. 137, note). C'était aller trop loin, car les autres individus de M'karta, comme celui recueilli à El Outaia par M. Dalloni, se distinguent en réalité de *C. Jullieni* par leur forme plus élargie et plus nettement rostrée en arrière, leur face orale plus concave, leur bord moins épais et leur périprocte remontant moins haut, restant plus éloigné de l'extrémité des pétales postérieurs, aussi par leur péristome moins large. Il y a donc lieu de maintenir pour eux l'espèce *Schlüteri*.

Clypeopygus Dallonii LAMBERT (*n. sp.*), pl. XVI, fig. 4, 6. Cette petite espèce, mesurant 15 mm. de longueur sur 14 de large et 8 de hauteur est, comme les *C. Jullieni* et *C. Schlüteri*, encore très élargie en arrière, mais carrément tronquée de ce côté. Elle rappelle un peu le *C. rimula* GAUTHIER (*Echinobrissus*) du Santonien. Ses pétales postérieurs sont toutefois plus courts, plus

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

éloignés du périprocte. Ce dernier, en fente plus étroite, ne permet d'ailleurs pas de la confondre avec le *C. pseudominimus* Peron et Gauthier (*Echinobrissus*) aussi du Santonien et la petite espèce du Djebel Outaia ne me paraît pouvoir être confondue avec aucun de ses congénères.

Spatagoïdes africanus Deshayes (*Hemipneustes*). Bayle, à la pl. 152 de ses Fossiles principaux des terrains, a figuré un bel individu de cette espèce provenant précisément d'El Outaia.

Spatagoïdes Delettrei Coquand *Hemipneustes*), *op. cit.*, fasc. 8, p. 122, pl. X. C'est l'espèce caractéristique du Campanien supérieur d'El Outaia. Les individus recueillis par M. Dalloni sont un peu plus déprimés que le type provenant du même gisement, mais en présentent bien tous les caractères.

Hemiaster Brossardi Coquand, *op. cit.*, p. 127, pl. XI, fig. 3-5, représenté par un seul individu fruste et de petite taille.

Hemiaster bibansensis Péron et Gauthier, *op. cit.*, fasc. VII, p. 68, pl. III, fig. 6-7. Gauthier dans sa collection avait rapporté à cette espèce un individu du Maestrichtien de Chebika (Tunisie) bien semblable à celui du Djebel Outaia.

Hemiaster Schlüteri Coquand. D'abord considérés comme du Cénomanien, les individus rapportés par Coquand à l'*H. Schlüteri* ont été attribués au Campanien dans ses Études supplémentaires sur la Paléontologie algérienne, p. 269. Mais Gauthier s'est refusé à interpréter cette espèce et l'a considérée comme nominale (*op. cit.*, fasc. VIII, p. 134). Dans ces conditions, je l'avais réunie à une forme voisine, l'*H. Gabrielis*, m'en rapportant aux affirmations de Gauthier (Mémoire sur les Échinides du Nord de l'Afrique, p. 125, p. 152).

Mais en présence de la forme *Schlüteri* au Djebel Outaia, j'ai cru devoir reprendre l'étude de cette espèce de Coquand par l'examen de ses types, provenant, dit-il, du Campanien du Djebel Mahdid, de Metzes et de Néchor, puis comparer ceux-ci avec les types du *H. Gabrielis* du Cénomanien d'Aïn Baira [1].

En ce qui concerne l'espèce de Coquand, on constate que cet auteur avait en réalité confondu sous le nom d'*Hemiaster Schlüteri* des formes très différentes. Deux de Metzès [2] sont des *H. Guillieri* et un autre d'El Arar est un *H. ararensis*. Les seuls

1. Cet examen des types de Coquand m'a été possible en raison de cette circonstance que Coquand, à la suite de la suppression par Gauthier de plusieurs de ses espèces, en avait envoyé les types aux auteurs des Échinides fossiles de l'Algérie. Or, Gauthier les avait conservés dans sa collection, où je les ai retrouvés encore collés sur des étiquettes rédigées par Coquand lui-même.

2. Gauthier inscrit Medjes au lieu de Metzès.

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

vrais *H. Schlüteri* provenant du Campanien sont l'un du Djebel Mahdid, l'autre de Metzès.

Mais quand j'ai voulu comparer les types de Coquand à l'*H. Gabrielis* Peron et Gauthier d'Aïn Baïra une autre difficulté m'attendait, résultant de ce que Gauthier a établi son espèce sur plusieurs individus assez dissemblables. L'individu de sa collection, déclaré par lui type de l'espèce, ne correspond exactement ni aux figures de la planche IV du fasc. IV du tome I, des Échinides fossiles de l'Algérie, ni à la description donnée p. 116, description qui ne correspond d'ailleurs pas exactement aux figures [1]. La figure 10, en effet, attribuée au *H. Gabrielis*, montre un pétale impair composé de très petits pores ronds, par zygopores très rapprochés, nombreux. Par contre, la fig. 12 ne montre aucune trace des légers sillons qui conjuguent les pétales latéraux d'après la description.

Il suffit de jeter les yeux sur cette planche IV pour avoir l'impression que le type figuré du *H. pseudofourneli* ne se distingue pas réellement du *H. Gabrielis*; il n'est ni plus élevé ni plus anguleux; ses pétales ne sont pas moins inégaux; la troncature postérieure est la même; les pétales pairs sont identiques. Quant au pétale impair il reste indistinct sur la fig. 6. Maintenant, cette espèce deux fois figurée est-elle l'*H. pseudofournali* ou l'*H. Gabrielis*? Ce serait le premier d'après la figure 10, mais le second d'après les fig. 8 et 12.

Dans ces conditions, j'avais dû, en 1932, pour mon Étude sur les *Hemiaster* algéro-tunisiens, interpréter les deux espèces de Gauthier et, sans entrer dans la discussion des figures, je les ai caractérisés d'après les descriptions :

1° l'*H. pseudofournelis* par son pétale impair à pores ronds et zygopores, nombreux, serrés.

2° l'*H. Gabrielis* par son pétale impair à pores inégaux, en chevron et zygopores espacés, relativement peu nombreux.

J'admettais cependant pour ce dernier certaines variations du caractère invoqué, de manière à pouvoir faire rentrer la figure 10 de la pl. IV de Gauthier dans la série des *H. Gabrielis*.

Aujourd'hui, après un nouvel examen d'un certain nombre d'individus d'Aïn Baira, j'estime que le *H. Gabrielis* doit être fondé sur ces deux caractères :

1° Pétale impair à pores en chevron disposés par zygopores relativement espacés.

1. Ce prétendu type du *H. Gabrielis* est un échantillon mal préparé et dont les pétales ont été partiellement entamés par le burin. Il n'a pu fournir la figure 12.

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

2° Pétales latéraux à pores séparés par une zone intraporifère granuleuse.

Quant au *H. pseudofourneli*, il présente les caractères suivants :

1° Pétale impair à pores ronds par zygopores serrés.
2° Pétales latéraux à pores assez espacés et légèrement conjugués.

Ces deux espèces cénomaniennes étant ainsi circonscrites, si je leur compare le type du *H. Schlüteri* COQUAND, du Campanien de Meknès, je constate qu'il est différent et peut être caractérisé par

1° son pétale impair à pores en chevron, mais par zygopores assez serrés.
2° ses pétales latéraux à pores très rapprochés, conjugués. L'espèce campanienne sans zone intraporifère est donc réellement différente des deux espèces cénomaniennes et l'*H. Schlüteri* COQUAND doit être maintenu comme espèce distincte [1].

Quant à la diagnose complète de l'espèce, on la trouvera donnée par Coquand, p. 250, en la rectifiant par ce que je viens de dire des caractères de pétales. — Pl. XVI, fig. 1, 2.

Hemiaster Guillieri COQUAND. Gauthier n'avait pas maintenu cette espèce que j'ai du rétablir dans mon Mémoire sur les Échinides fossiles du Nord de l'Afrique. C'est avec *Spatagoïdes Delettrei* l'espèce dominante du Djebel Outaia. Elle se distingue facilement du *H. Schlüteri* par sa forme plus allongée, ses ambulacres pairs plus inégaux et ses interambulacres saillants en dessus.

Hemiaster Brahim PERON et GAUTHIER, n'est représenté que par un seul individu, un peu fruste.

Hemiaster Victoris LAMBERT. Espèce établie dans mon Mémoire précité, p. 127, pl. IV, fig. 18, 19 ; elle paraît rare au Djebel Outaia.

Linthia Payeni COQUAND. Un seul, mais bon individu.

Parmi les treize espèces du Djebel Outaia une seule est nouvelle ; deux appartiennent à des espèces de Coquand que Gauthier avait eu le tort de supprimer. Toutes caractérisent le Campanien supérieur à *Hemipneutes Delettrei* de l'Algérie. Au point de vue paléontologique le *Thylechinus Saïd*, avec ses poches marsupiales, est une forme particulièrement intéressante.

1. Quant au prétendu *H. Barroisi* COQUAND, du Campanien du Djebel Nechor, c'est encore un véritable *H. Schlüteri* et l'on ne saurait l'en distinguer.

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

II. — SUR UN *ECHINOLAMPAS* DU DÉSERT LIBYQUE

Echinolampas Menchikoffi (*n. sp.*).

Pl. XVI, fig. 10-11.

Test de moyenne taille, mesurant 37 mm. de longueur et 16 de hauteur, de forme ovale, un peu plus rétrécie en arrière qu'en avant. Face supérieure déclive, l'apex très excentrique en avant, aux bords arrondis. Pétales inégaux, les postérieurs plus longs que les latéraux, tous larges, droits, lancéolés, presque fermés, sauf l'impair; zones porifères faiblement inégales dans chaque pétale. Face inférieure concave vers un péristome peu excentrique en avant, largement transverse et faibles phyllodes; périprocte inframarginal, transversalement ovale.

Cette intéressante espèce, représentée par deux moules en silex très parfaits, appartient à un groupe particulier d'*Isolampas* que l'on pourrait nommer Libyco-sénégalais, groupe remarquable par ses pétales lancéolés, formés de zones porifères peu inégales et qui est connu par une autre espèce de la même région, l'*E. farafrahensis* Gauthier, de forme générale différente, convexe en dessus et sommet en arrière de l'apex et dont les pétales encore moins inégaux sont beaucoup plus étroits et plus courts, les postérieurs seuls à zones porifères inégales.

E. angustifolia Duncan et Sladen de l'Éocène (Khirthar) de l'Inde serait plus voisin, mais notre espèce libyque est plus subconique, moins épaisse en arrière et ses pétales moins ouverts sont plus larges [1]. *E. sindensis* Duncan et Sladen, encore du même groupe, est plus renflé, avec pétales moins inégaux et sensiblement plus ouverts.

Il est très intéressant de retrouver cette forme libyque dans l'Éocène du Sénégal, où elle est représentée par notre *E. anceps* Chautard et Lambert, d'ailleurs très différent par sa forme générale circulaire, l'excentricité de son péristome et la brièveté de ses pétales. Mais une espèce nouvelle de cette région (*E. Jacqueti*) fort remarquable par ses longs pétales lancéolés, presque fermés et ayant leurs zones porifères égales, peut être considérée comme le type de la section qui nous occupe. Notre *E. Menchikoffi* en diffère cependant par sa forme ovale, sa face supérieure déclive, son apex plus excentrique en avant, son

1. C'est par erreur que cette espèce a été omise dans notre Essai de Nomenclature raisonnée des Échinides, p. 380. Il y a lieu de renvoyer pour elle au Mémoire de Duncan et Sladen, n° 443 de notre Index, p. 164, pl. 30, fig. 1-11.

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

péristome transversalement ovale et l'inégalité des zones porifères de ses pétales postérieurs.

Ce petit groupe d'*Echinolampas* est pour ainsi dire caractérisé par sa physionomie générale d'*Echinanthus*, en sorte que, si le test était postérieurement mutilé, on ferait de ses diverses espèces des *Echinanthus* [1]. Mais la forme et la disposition du périprocte montre bien qu'il s'agit d'*Echinolampas* de la section *Isolampas*. Comme on l'a vu, ces *Echinolampas* libyco-sénégalais se retrouvent dans l'Inde et semblent dès l'Éocène moyen indiquer une dispersion tropicale de certains *Echinolampas*.

E. Menchikoffi a été trouvé par M. Nicolas Menchikoff dans le désert libyque, à 50 km. au Nord d'Aïn Della, à quelque km. avant la falaise, dans la région de Farafra.

III. — ÉCHINIDES DU MEXIQUE
recueillis par M. F. Mullerried.

M. Frédéric Mullerried a bien voulu me soumettre quelques Échinides recueillis par lui dans le Crétacé du Mexique. Plusieurs étaient déjà connus, jadis décrits par Nyst et Galeotti, par Cotteau, ou de Loriol. Je me bornerai à les rappeler ici. D'autres, représentés seulement par des individus trop défectueux pour établir une description, ont dû provisoirement être laissés indéterminés. Sept sont nouveaux.

Cidaris Mullerriedi Lambert (*n. sp.*)

Pl. XVI, fig. 13, 14.

Test mesurant 37 mm. de diamètre sur 22 de hauteur, subrotulaire, légèrement pentagonal par suite du gonflement des interambulacres. Grand péristome pentagonal (diam. 20 mm.) ; apex caduc moins étendu que le péristome. Ambulacres subonduleux, assez larges (4 mm.) ; pores arrondis, par zygopores très rapprochés, séparés entre eux par un granule saillant ; zones interporifères portant près des pores une rangée de granules très homogènes du péristome à l'apex ; entre ces granules deux rangées de granules plus petits à la face orale et entre ceux-ci à l'ambitus deux autres rangées ; plus haut ces derniers deviennent irréguliers et formés de granules plus petits, qui disparaissent en dessus. Interambulacres portant deux colonnes de six tubercules perforés, à col lisse et scrobicules circulaires, rendus profonds par la saillie des granules scrobiculaires ; ces scrobicules

1. C'est ainsi que l'*Echinantus ibericus* de Loriol, 1904, créé sur un individu postérieurement mutilé, tombe dans la synonymie du *Echinolampas Morgadesi* Lambert, 1902.

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

deviennent elliptiques à la face orale ; granules scrobiculaires mamelonnés, serrés, nettement contrastants, ne formant qu'en dessus des cercles complets, ailleurs confluants entre les scrobicules qui restent distincts ; granules miliaires fins, très homogènes, ne formant une zone miliaire qu'au centre de l'aire, sériés par des filets nerveux transverses. A chaque angle de la suture médiane il y a une très petite fossette ; mais il n'y a pas de véritable fossette suturale des *Typocidaris*.

Ce test présente une anomalie individuelle. Dans une des aires interambulacraires, sur l'une des plaques de l'ambitus, le tubercule ne s'est pas développé ; il n'y a ni scrobicule, ni granules mamelonnés scrobiculaires ; mais à la place une fine granulation miliaire.

Bien qu'il n'y ait pas chez le *Cidaris Mullerriedi* de véritables fossettes suturales, la présence chez lui de très petites fossettes angulaires semble établir une transition entre les genres *Cidaris* et *Typocidaris*.

Notre espèce présente un peu la physionomie du *C. splendens* Morton, mais elle en diffère bien nettement par l'ampleur de son péristome, par ses ambulacres plus larges avec plus nombreuses rangées de granules dans la zone interporifère, par les scrobicules plus profonds de ses tubercules interambulacraires et l'absence de zones miliaires adambulacraires. *C. Lardyi* Desor serait plus voisin, mais ses plaques interambulacraires sont moins nombreuses avec tubercules plus espacés dans chaque colonne, cercles scrobiculaires non confluents à la face orale. Chez *Typocidaris malum* A. Gras les plaques interambulacraires sont plus hautes et l'une des colonnes de tubercules ne remonte pas jusqu'à l'apex ; les zones miliaires sont plus étendues et il y a des fossettes suturales. En résumé, on ne saurait confondre le *C. Mullerriedi* avec aucun de ses congénères.

Cette espèce a été trouvée au Barranca de Solagapa, au NW de Zapotitlan (région de Tehuacan, province de Puebla) dans des couches attribuées au Crétacé moyen et que M. Mullerried place dans l'Aptien [1].

Pseudocidaris Saussurei de Loriol.

Pl. XVI, fig. 12.

Les radioles de cette espèce ne sont pas rares dans l'Aptien des environs de Tehuacan, où Galeotti les avait confondus avec

1. Voir à ce sujet la note de M. Mullerried : Estudias paleont. y estratigraficos en la region de Tehuacan, Pue (*Anales del Instituto de Biologia*, t. IV et V, n° 1 ; 1934, Mexico), p. 69 et aussi la petite carte de la p. 77.

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

une espèce différente du Tithonique. Trente-sept ans plus tard de Loriol les a décrits et figurés sous leur nom actuel ; et c'est seulement en 1880 que Cotteau en a fait connaître le test d'après un individu dépourvu de son apex.

Cette partie importante de l'animal est heureusement conservée sur un des individus recueillis par M. Mullerried et qui mesure 20 mm. de diamètre sur 12 de hauteur. Apex dicyclique, subpentagonal, à périprocte circulaire central, dont le bord porte une couronne de fins granules. Les génitales à cette taille sont perforées près de leur extrémité ; leur bord externe est denté, leur surface couverte de granules microscopiques, séparés par des sillons extrêmement ténus qui s'irradient du centre de la plaque et du pore génital. Différente des autres, la plaque madréporique porte de petits granules au milieu desquels apparaissent quelques mamelons irréguliers, sièges des hydrotrèmes.

Ces caractères de l'apex ne permettent pas de confondre le *P. Saussurei* avec le *P. clunifera* AGASSIZ, dont Cotteau hésitait presque à le séparer.

Quant aux radioles, ils sont assez variables et les différentes formes figurées par de Loriol et par Cotteau ont été retrouvées par M. Mullerried. D'autres plus gros (longueur 40 mm.) ont des granules si fins qu'ils paraissent lisses. Un fragment du Barrémien supérieur de San Antonio Texcala, provisoirement rapporté à l'espèce, atteint un diamètre de 24 et 23 millimètres.

Tous ces radioles ressemblent évidemment à ceux du *P. clunifera* ; mais si certains d'entre eux isolés pourraient être confondus, on ne saurait confondre un groupe de plusieurs radioles, ceux du *P. Saussurei* étant plus acuminés. Les tests des deux espèces sont d'ailleurs bien distincts.

M. Mullerried a rencontré l'espèce à San Lucas Teteletitlan, Cerro Salitrillo, à San Juan de Raya et elle est attribuée à l'Aptien.

Hemicidaris? (*spec.*).

C'est sous toute réserve que je rapporte à ce genre un débris correctement indéterminable trouvé par M. Mullerried dans le Barrémien à *Requinia* de San Gabriel, à l'E de Zapotitlan (voir Mullerried, *op. cit.*, p. 69). Ce débris présente sur une portion d'ambulacre un petit Balane à valves paraissant lisses, mesurant seulement 4 mm. de diamètre et probablement nouveau.

Phymosoma texanum RŒMER.

Les individus recueillis dans la couche à *Pseudocidaris Saussurei* de San Lucas Teteletitlan (Cerro Salitrillo) et en consé-

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

quence rapportés à l'Aptien par M. Mullerried, ne paraissent pas pouvoir être séparés de l'espèce de l'Albien (Fredericksburg) du Texas.

Goniopygus (*spec. ind.*).

Un assez grand *Goniopygus* mesurant 37 mm. de diamètre sur 17 de hauteur, trouvé avec le *Cidaris Mullerriedi* et rapporté comme lui à l'Aptien, est représenté par un individu très fruste, à test écaillé et dont les caractères ne peuvent être précisés. Il diffère du *G. Zitteli* Clark du Fredericksburg par sa forme plus déprimée et la présence à l'ambitus d'une seule majeure à quatre éléments. Il appartient probablement à une espèce nouvelle.

Conulus Mullerriedi Lambert (*nov. sp.*).

Cette espèce est représentée par trois individus fragmentaires, mais qui se complètent ; son test subconique devait mesurer 70 mm. de

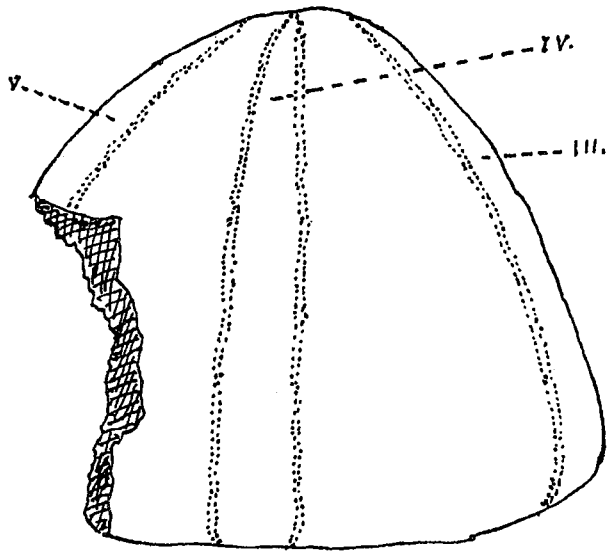


Fig. 1.

longueur sur 60 de largeur et 65 de hauteur ; sa forme haute, à flancs déclives, sommet obtus correspondant à l'apex, sa face orale plane présentent la physionomie générale du *C. albogalerus* Klein type du genre. L'apex très développé paraît avoir comporté une cinquième génitale perforée, sans que l'on puisse l'affirmer ; le péristome un peu excentrique en avant est mal conservé ; périprocte inframarginal ovale.

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

Ambulacres du genre avec zones porifères restées étroites, bien que trigéminées en dessous. Tubercules scrobiculés petits, épars, sur quatre rangs dans les ambulacres, mais inégaux et ne formant pas de colonnes régulières.

On ne connaît aucune espèce américaine analogue et parmi les espèces d'Europe, si sa forme générale rappelle le *C. albogalerus*, notre *C. Mullerriedi* s'en distingue par sa taille plus grande, ses tubercules plus nombreux et moins inégaux, surtout par ses zones porifères bien plus étroites à la face orale. *C. gigas* Cotteau du Maestrichtien a une forme subglobuleuse toute différente.

Ce *Conulus* a été trouvé par M. F. Mullerried entre San Bartolomé et La Concordia, en Chiapas, dans des couches à *Barretia*, qui semblent correspondre au Coniacien.

Conulus antillensis Cotteau (*Echinoconus*).

Ce n'est pas sans une certaine hésitation que je cite ici cette rare espèce, représentée par un unique débris écrasé, de couches supérieures à celles avec *Barretia* et recueilli à El Suspiro près Berriozabal, en Chiapas. Les pores réellement très petits de ses ambulacres m'ont cependant paru justifier le rapprochement proposé avec l'espèce cubaine, si différente de ses congénères.

Lanieria Lanieri d'Orbigny (*Galerites*).

L'espèce est représentée par un grand individu, mesurant 34 mm. de diamètre sur 26 de hauteur, malheureusement assez fruste, mais dont les plaques péribuccales paraissent comporter intérieurement de légers sillons. Ce caractère vient confirmer ce que j'ai pu observer sur un individu décortiqué de cette espèce, de Madruga (Cuba) et justifie le classement du genre *Lanieria* parmi les *Conulusidés*.

Une comparaison directe de l'individu du Chiapas avec ceux de Cuba ne permet de relever entre eux aucune différence spécifique. Les individus de Cuba sont ordinairement de plus petite taille ; cependant Egozene y Cia a signalé à Cuba un individu de la dimension du nôtre et même un plus grand atteignant 41 mm. de diamètre.

En Chiapas, l'espèce a été rencontrée à El Ranchito près Barriozabal, dans des couches du Sénonien supérieures à celles avec *Barretia*.

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

Pseudopyrina Orchoterenai LAMBERT (*n. sp.*).

Pl. XVI, fig. 15-17.

Je prie M. le Professeur Orchoterena, directeur de l'Institut de Biologie à Mexico, de vouloir bien agréer la dédicace de cette espèce recueillie dans le Barrémien de San Antonio Texcala (voir Mullerried, *op. cit.*, p. 70).

L'unique individu, transformé en Limonite et un peu déformé, mesure 18 mm. de longueur, sur 15 de largeur et 7 de hauteur. Test ovale, déprimé à la face orale et péristome subcentral, arrondi, très peu oblique ; face supérieure convexe avec apex un peu excentrique en avant ; périprocte assez grand, ovale, ouvert entre l'apex et le bord. Ambulacres droits, à pores ronds par zygopores serrés ; sutures des plaques indistinctes. Tubercules et granules mal conservés.

P. Parryi HALL, du Fredericksburg, a son péristome plus allongé et son périprocte plus excentrique, piriforme. *P. inaudita* BÖSE du Vraconien du Mexique, peut-être plus voisin, a cependant son périprocte plus excentrique.

Epiaster Whitei CLARK.

Cette espèce est représentée surtout par des individus écrasés. Deux cependant de taille moyenne permettent d'en reconnaître les caractères et ne paraissent pas pouvoir être séparés du *T. Whitei* CLARK, du Fredericksburg, dont son auteur a voulu depuis faire un *Hemiaster*, bien qu'il soit dépourvu de fasciole péripétale. Je rappelle que cette espèce a été représentée par Clark seulement aux figures 2 de sa pl. 43 et fig. 1 de sa pl. 44 [1]. Celui de sa pl. 45 est devenu mon *Macraster Washitæ* [2].

Les individus recueillis par M. Mullerried ont été trouvés dans l'Aptien supérieur de San Lucas Teteletitlan et un petit à San Juan de Raya (Mullerried, *op. cit.*, p. 68 et p. 70).

Epiaster chiapasensis LAMBERT (*n. sp.*).

Pl. XVI, fig. 22.

Test d'assez forte taille représenté par un seul individu un peu déformé, mesurant 60 mm. de longueur sur 46 de largeur et 25 de

1. CLARK. Mesoz. Caino. Echinides.

2. Dans ma note de 1926 : Echin. Comanche Série. *Bull. S. G. de F.*, 4e sér., t. XXVI, p. 272, il s'est glissé une erreur. C'est bien l'*Hemiaster Whitei* COQUAND d'Algérie qui a été porté à la page 502 de notre Essai de nomenclature raisonné des Echinides. Quant à l'*H. Whitei* CLARK d'Amérique, qui est un *Epiaster* omis à la page 479, il avait été porté à tort comme *Pliotoxaster* à la page 437.

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

hauteur, fruste, sauf une portion de l'interambulacre permettant de reconnaître qu'il n'y avait pas de fasciole ni péripétale ni latéral. Forme générale un peu allongée, arrondie et profondément échancrée en avant, tronquée en arrière ; face inférieure déformée, avec péristome très excentrique en avant et rapproché d'un sillon qui, très profond à l'ambitus, remonte jusqu'à l'apex ; face supérieure convexe ; apex excentrique en avant ; pétales pairs inégaux, les latéraux plus longs, flexueux.

La physionomie générale de cet individu rappelle les *Linthia*, mais il n'en a ni les pétales, ni les fascioles ; aucun *Hemiaster* n'a un sillon aussi profond et tous ont un fasciole péripétale. En raison de la profondeur et de l'étroitesse de son sillon et de l'excentricité de son péristome, je ne connais aucune espèce qui puisse être confondue avec l'*Epiaster chiapasensis*, *Hemiaster Berkeyi* Jackson[1], dont on ne connaît pas le fasciole et qui n'est peut-être pas un véritable *Hemiaster*, a son sillon moins profond à l'ambitus et ses pétales latéraux moins flexueux.

E. chiapasensis a été trouvé par M. Mullerried entre San Bartolomea de los Llanos et la Concordia (centre de l'État de Chiapas) dans des couches à *Barretia* qui paraissent appartenir au Sénonien inférieur.

Isomicraster mexicanus Lambert (*n. sp.*).

D'ailleurs assez mal conservé, l'individu que je rapporte à ce genre mesure 55 mm. de longueur sur 50 de largeur et 30 de

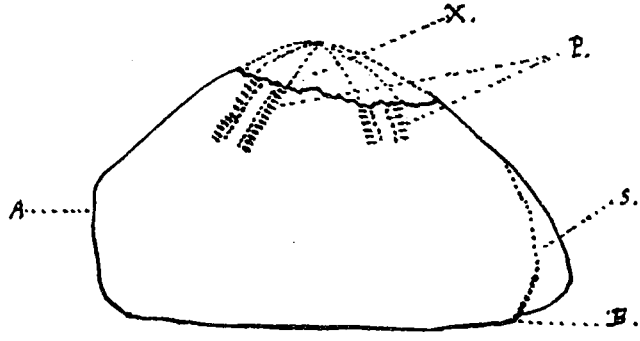


Fig. 2. — Profil du *Isomicraster mexicanus*.
A. Le périprocte. — B. Le péristome, extrémité du labrum. — P. Portion visible des pétales pairs. — S. Profondeur du sillon. — X. Partie détruite du test.

hauteur. Par sa forme générale antérieurement déclive en dessus, par son sillon se creusant seulement à l'ambitus, par l'excentricité de son péristome et par ses pétales pairs superficiels, l'im-

1. Jackson. Foss. Echin. of. West Indies, p. 75, pl. 12, fig. 10.

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

pair seulement un peu plus étroit que les autres, cet *Isomicraster* rappelle étrangement mon *I. Dallonii* du Sénonien de l'Aragon. Son péristome est toutefois encore plus excentrique, inframarginal ; son périprocte s'ouvre un peu moins bas et ses pétales pairs sont un peu plus larges.

Aucune espèce de ce groupe européen n'a encore jusqu'ici été signalée en Amérique.

Localité. — Pictutal (Ocozocoantha), des couches à *Barretia* du Sénonien inférieur de l'État de Chiapas.

Hemiaster Wetherbyi de Loriol.

Je crois pouvoir rapporter à cette espèce un individu renflé, sans sillon antérieur, mesurant 36 mm. de longueur sur 34 de largeur et 20 de hauteur, un peu écrasé et fruste, dont on ne peut reconnaître ni les tubercules ni le fasciole, par conséquent d'une détermination un peu incertaine. L'apex est un peu excentrique en avant ; le péristome subpentagonal est très éloigné du bord ; les ambulacres pairs sont peu inégaux, les latéraux étroits, flexueux.

H. lacunosus Slocum (*non* d'Orbigny), dont nous avons dû faire notre *H. Slocumi*, a ses pétales bien plus larges.

Cet individu a été trouvé entre San Bartolomeo de las Llanos et La Concordia, dans les couches à *Barretia*.

Hemiaster sphericus Lambert (*n. sp.*)

Pl. XVI, fig. 18, 19.

Test globuleux, presque sphérique, sans sillon antérieur ni carène postérieure, mesurant 27 mm. de longueur sur 24 de largeur et 23 de hauteur, à face orale très convexe. Péristome très excentrique en avant, ouvert à fleur de test, transverse, sans saillie du labrum ; face postérieure bombée, se confondant avec le bord et périprocte ovale à son sommet ; face supérieure très haute, à apex subcentral, dont la partie criblée sépare seulement les génitales postérieures. Pétales presque superficiels, l'impair étroit avec pores ronds séparés par un granule et disposés par zygopores assez espacés ; pétales pairs subégaux, droits, à pores ovales. Le test fruste en dessus ne permet pas d'observer le fasciole. Les tubercules scrobiculés sont très petits, épars, un peu plus développés et plus serrés au milieu du plastron.

En raison de sa forme sphérique, de son péristome à fleur du test et de ses pétales pairs subégaux, cette espèce ne saurait être confondue avec aucune autre. En effet, parmi les espèces

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

globuleuses connues les unes ont leurs pores arrondis (*Bolbaster*), les autres sont inéquipétales comme *H. globosus* ou *H. madagascarensis*. L'*Hem. nucula* Desor est sensiblement moins renflé.

H. sphericus a été trouvé dans des couches à *Barretia*, entre San Bartholomeo et La Concordia, en Chiapas.

Linthia Mullerriedi Lambert (*n. sp.*).

Pl. XVI, fig. 20, 21.

Le type de cette espèce, malheureusement un peu déformé et à fascioles peu distincts, mesure 29 mm. de longueur sur 28 de largeur et 20 de hauteur. Il est remarquable par sa face orale plane à péristome excentrique, transverse, auquel aboutit le sillon antérieur. Face supérieure convexe à sommet subcentral et sillon antérieur étroit, profond, échancrant fortement le bord; carène postérieure médiocre, déclive; apex peu distinct; pétale impair étroit, au fond du sillon, formé de pores ronds, disposés par zygopores assez espacés; pétales pairs subégaux, les antérieurs droits, très concaves, à zone interporifère étroite, les postérieurs assez divergents, peu distincts. Tubercules peu développés, assez serrés; fasciole péripétale peu net, le latéral indistinct.

La physionomie générale de cet individu est plutôt celle d'un *Linthia* que d'un *Hemiaster*. Il est voisin du *L. variabilis* Slocum du Crétacé supérieur (Ripley) des États-Unis, mais en diffère par son sillon plus étroit et plus profond, surtout à l'ambitus, aussi par ses pétales postérieurs plus divergents et ne saurait lui être réuni. Le *Schizaster Clevei* Cotteau, de l'Oligocène, a son sillon moins profond et une forme postérieurement acuminée très différente.

L. Mulleriedi a été trouvé à Chapopote près Ocozocoantla dans des couches attribuées au Sénonien inférieur, de l'État de Chiapas.

Les quinze Échinides crétacés du Mexique que je viens d'examiner proviennent les uns, sept, en partie déjà connus de l'Éocrétacé de la région de Tehuacan (Puebla); les huit autres, de l'État de Chiapas, sont du Sénonien et de couches inférieures ou supérieures ou niveau à *Barretia*. Parmi ceux de ce niveau, ou de couches immédiatement inférieures, un seul était déjà connu, *Hemiaster Wetherbyi*, trouvé dans le Mississipi au dessous du Ripley group. Les deux du Sénonien supérieur sont des espèces qui se retrouvent dans la couche à *Lanieria* de Cienfugos (Cuba).

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

Les rapports des Échinides examinés avec des formes européennes, évidents pour ceux de l'Éocrétacé, sont plus rares pour ceux du Sénonien et se manifestent seulement dans le Sénonien inférieur avec *Conulus Mullerriedi* et *Isomicraster mexicanus*. Ces rapports sont nuls pour les espèces du Sénonien supérieur, qui appartiennent à la faune des Antilles.

SUR UN NOUVEL *ANTEDON* CÉNOMANIEN DU SUD DE LA TUNISIE

PAR **Dom A. Valette.**

Je viens d'étudier les débris d'un *Antedon* sur la demande de M. Jules Lambert. Cette espèce me paraît nouvelle. Elle a été recueillie avec des *Hemiaster* du Cénomanien ou du Turonien trouvés dans le Sud de la Tunisie.

Voici la Diagnose que je puis donner de ce nouveau type, dont nous ne connaissons malheureusement que la pièce centro-dorsale, d'ailleurs assez bien conservée, et montrant des caractères bien tranchés, qui en font une espèce nouvelle. Je lui donne le nom d'*Antedon bellilensis* qui rappelle le lieu d'origine.

DIAGNOSE. — *Pièce centro-dorsale* = *Dimensions* { Diamètre 7 mm. / Hauteur 5 mm.

Pièce centro-dorsale de petite taille, conique, avec une base arrondie, sans aucune tronquature. Le pourtour supérieur est faiblement pentagonal, et divisé en dix côtes arrondies qui correspondent deux par deux à chaque côté du pentagone. Ces côtes sont séparées par un sillon d'abord très faible en commençant dans le bas, mais qui se creuse de plus en plus jusqu'au pourtour supérieur, où l'on voit que les côtes sont régulièrement arrondies. Les intervalles sont bien plus étroits que les côtes, et sont occupés par les impressions de cirres. On en compte quatre dans chaque sillon. Elles sont rondes et semblent être enfoncées dans une dépression du test. La pièce centro-dorsale a été fortement usée et attaquée par l'action de l'atmosphère. Aussi il ne m'a pas été possible de voir les détails de la cicatrice de chaque impression cirriale. Celles-ci sont alternes dans chaque sillon. — La face supérieure de la pièce centro-dorsale est assez profonde dans son milieu, mais elle l'est moins sur les bords en face de chaque côté interne du pentagone.

Rapports et différences. — Je ne vois, parmi les Antédons fossiles que je connais que la pièce centro-dorsale de l'*Antédon anglesensis* qui puisse utilement être comparée avec celle de

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

l'*Antedon bellilensis* ci-dessus décrite. Leur forme générale est à peu près la même, en cône arrondi inférieurement. La taille de l'*A. bellilensis* est un tiers plus forte que l'autre espèce burdigalienne. La plus grande différence réside dans l'ornementation de la pièce centro-dorsale de l'*Antedon bellilensis* qui est divisé en dix grosses côtes séparées par des sillons profonds, tandis que l'autre espèce n'en a pas. En effet, des rangées d'impressions cirriales sont à la surface du test dans l'*Antedon anglesensis*, et donnent à l'espèce une physionomie toute différente et bien caractéristique. Le nombre des cirres est de quatre dans chaque colonne dans les deux espèces.

Étage. — Cénomanien ou Turonien.

Localité. — Djebel Bellil, Sud de la Tunisie.

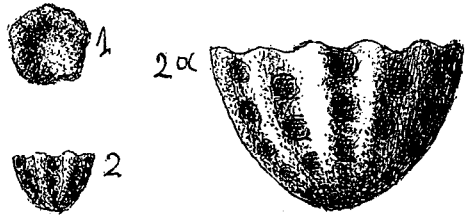


FIG. 3. — *Antedon bellilensis* VALETTE.
1. Pièce centro-dorsale vue en dessus.
2. La même vue de profil.
2a. La même grossie.

Addendum p. 368.

FIG. 1. — Profil du *Conulus Mullerriedi.*
III. Ambulacre antérieur.
IV. Ambulacre latéral droit.
V. Ambulacre postérieur droit.

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

EXPLICATION DE LA PLANCHE XVI

FIG. 1. — ***Hemiaster Schlüteri*** COQUAND, type du Campanien du Dj. Mahdid, vu en dessus.
— 2. — Le même vu de profil.

— 3. — ***Thylechinus Said*** PERON et GAUTHIER du Dj. Outaia vu en dessus et montrant ses poches marsupiales.

— 4. — ***Clypeopygus Dallonii*** LAMBERT du Dj. Outaia, vu en dessus.
— 5. — Le même vu de profil.
— 6. — Le même vu en dessous.

— 7. — ***Clypeopygus Schlüteri*** COQUAND, type d'El Karta vu en dessus.
— 8. — Le même vu de profil.
— 9. — Autre individu de la même espèce du Dj. Outaia, vu en dessous.

— 10. — ***Echinolampas Menchikoffi*** LAMBERT, du désert Libyque, vu en dessus.
— 11. — Le même vu de profil.
— 12. — Apex grossi au double d'un *Pseudocidaris Saussurei* DE LORIOL de l'Aptien de Cerro Salitrillo (Puebla).

— 13. — ***Cidaris Mullerriedi*** LAMBERT de l'Aptien de Baranca de Soyalapa vu de profil et montrant un tubercule accidentellement remplacé par une granulation.
— 14. — Le même vu en dessous.

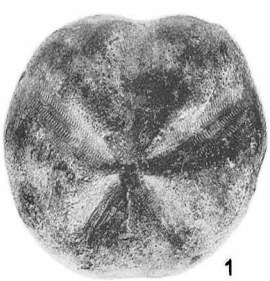
— 15 — ***Pseudopyrina Orchotorenai*** LAMBERT vu en dessus, du Barrémien de San Antonio Tescala.
— 16 — Le même vu de profil.
— 17. — Le même vu en dessous.

— 18. — ***Hemiaster sphericus*** LAMBERT, vu en dessus du Sénonien inf. du Chiapas.
— 19. — Le même vu de profil.

— 20. — ***Linthia Mullerriedi*** LAMBERT, vu de profil, du Sénonien inf. de Chapopote (Chiapas).
— 21. — Le même vu en dessus.

— 22. — ***Epiaster chiapasensis*** LAMBERT, vu en dessus, du Sénonien inf. du Chiapas.

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



1

4

5

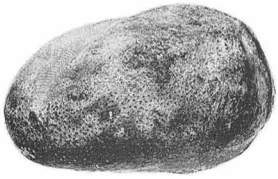
6

7

3

9

8



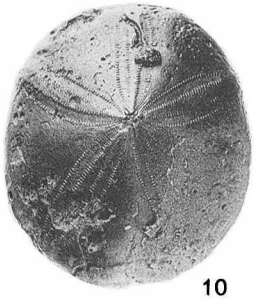
2

11

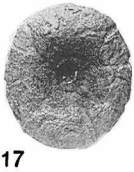
18

12

16



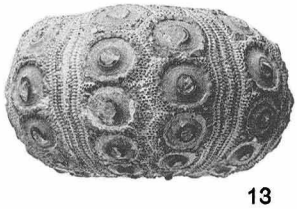
10



17

15

19



13

20

22

14

21

LIBRAIRIE DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS SORBONNE

Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

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

Observations nouvelles sur le grand Atlas de Marrakech

par **J. Dresch** [1].

Planche XVII.

Les remarques suivantes ont pour but de compléter les observations faites par M. Moret dans ses « Recherches géologiques dans l'Atlas de Marrakech ». Elles ne sortent guère du cadre de sa carte géologique. Elles n'apportent pas de changement profond aux conclusions de cet auteur qui restent, dans l'ensemble, remarquablement exactes. Je voudrais seulement, grâce à une topographie plus précise, modifier certains points de détail et apporter quelques précisions nouvelles concernant surtout la tectonique récente du grand Atlas.

I. LES FLEXURES

A. *La zone de fractures Anougal-Reraia.*

a) **La flexure Médinet-Aït Hassene.**

MM. Heim, Ed. Roch et moi-même [2] avons appelé l'attention sur l'existence dans la région d'Amismiz d'accidents méridiens qui viennent modifier le tracé général des grandes flexures longitudinales reconnues par L. Moret et Ed. Roch. Nous avons montré comment la flexure de Medinet oblique vers le Nord-Est, puis vers le Nord, le long de la vallée de l'Anougal et vient se raccorder à la flexure qui longe le bord de la montagne depuis Imintanout jusqu'au plateau de Kik.

Nous supposions en même temps que la flexure de Medinet se dédoublait et qu'une branche méridionale, dirigée grossièrement de l'Ouest vers l'Est, se suivait jusqu'au Nfis dans la région de Tinesk. On voit en effet les deux accidents se dissocier aux environs d'Ouanamerou, le long d'une zone de broyage où se reconnaissent, dans les schistes cambriens étirés, des paquets de Crétacé inférieur. L'accident méridional est plus difficile à suivre

1. Note présentée à la séance du 29 avril 1935.

2. Cf. J. Dresch et Ed. Roch. *Esquisse tectonique de la région d'Amismiz. B.S.G.F.*, 5e série, t. IV, p. 165-178, 1934, cf. la bibliographie sommaire qui y est jointe.

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

vers l'Est parce qu'il n'est pas marqué tout du long par le contact brutal du Paléozoïque et du Crétacé inférieur. Toutefois les faits suivants permettent de le suivre :

Il est jalonné par deux lambeaux de la couverture crétacée conservés de part et d'autre de la vallée de l'Anougal, au pied des pentes des djebel Imlil et Goursa ; l'extrêmité méridionale du lambeau de la rive gauche est brusquement relevée contre l'Imlil ; ces lambeaux permettent de dater une pénéplaine antécrétacée fossile, presque horizontale, en cours de dégagement ; elle s'étend aux abords du témoin de la rive gauche et, rive droite, sur toute une partie du massif du Tirardine, entre Anougal et Nfis ; ces surfaces anciennes constituent une gigantesque marche d'escalier au pied de l'Imlil et du Goursa (coupe 1).

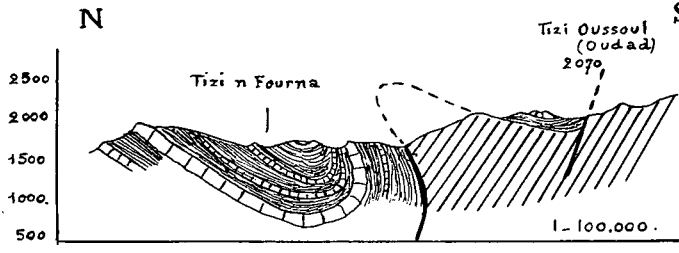


FIG. 1. — Coupe le long de la rive gauche de l'oued Anougal.

Il coupe net une série de filons de rhyolites nord-sud qui se suivent entre les deux flexures, dans la vallée de l'Asif n Tnirt et dans celle de l'Anougal.

Il peut enfin être suivi de bout en bout grâce à une zone de broyage large de quelques mètres où les schistes écrasés apparaissent blanchâtres, voire bleu violacé ou rouges, zone caractéristique le long de toutes les flexures étirées de l'Atlas occidental depuis le tizi n Machou jusqu'au Rdat et dont l'explication ne laisse pas de doutes si l'on se rapporte aux points où la couverture mésozoïque est conservée. L'accident traverse l'Anougal en amont d'Assoul, passe au tizi n Ouremer, longe le haut assif Semrourt et l'ighzer n Tiguersilt où les schistes carbonifères seraient violemment redressés sur les schistes cambriens [1], semble se compliquer de fractures secondaires et débouche dans la vallée de l'assif Iznaguen, entre Asentout et Tizi Imlil, chez les Aït Hassene. Il oblique alors une première fois vers le Nord-Est. Cette vallée est elle-même provoquée par un accident sud-nord, le long duquel s'est écroulé un paquet de calcaires du djebel

1. Renseignement communiqué par M. Neltner.

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

Takoucht en amont d'Asentout. Les deux accidents se suivent parallèles vers l'aval et obliquent vers l'Est, vers le Nfis, dans la région de Tinesk.

b) **La zone de fractures du Nfis à Tinesk** (cf. carte dans le texte).

Dans la région de Tinesk apparaît un lambeau triangulaire de grès et d'argiles permo-triasiques pincé en un synclinal orienté SW-NE. Ce synclinal est légèrement déversé vers le Sud-Est, contrairement à la règle ; il est étiré sur son flanc nord. Le Trias est ici dominé par un mur de faille vertical, déterminé par le passage de l'accident d'Iznaguen. La flexure Medinet-Aït-Hassene se reconnaît un peu au-dessus grâce à une zone de schistes broyés qui détermine au flanc du massif du Tirardine une zone de cols secondaires. Elle doit pouvoir être suivie jusqu'à Tagadirt n Bour.

Entre Imegdal et Amsguine, nouvelle complication : le synclinal de Tinesk s'amincit et s'oriente franchement vers le Nord. On ne voit bientôt plus que de minuscules paquets d'argiles rouges, pincés dans les schistes broyés ; l'accident recoupe les méandres encaissés de l'oued Nfis qui est détourné vers le Nord, après avoir été détourné vers le Nord-Est par le synclinal de Tinesk. Mais il semble se dédoubler peu en amont d'Amsguine ; en effet, une branche continue vers le Nord-Est et serait difficile à suivre si elle n'était jalonnée au-dessus de Tirfist par des lambeaux de Trias : il existe ainsi, rive droite du Nfis, entre l'oued et le bassin permo-triasique de l'Imaghera, dont les grès sont relevés brusquement à la verticale, un paquet triangulaire accroché au flanc du massif du Takherkhort.

La région de Tinesk est donc caractérisée par la rencontre d'accidents méridiens et longitudinaux. On peut, en effet, considérer que la flexure Medinet-Aït Hassene se continue par la flexure de Tirfist et beaucoup plus loin vers l'Est.

c) **Le kheneg**[1] **du Nfis et le bord occidental du plateau de Kik.**

Le Nfis débouche en aval de Tagadirt n Bour dans le bassin permo-triasique de l'Imaghera. Ce bassin est constitué par une voûte d'argiles rouges salifères et de grès du Permo-Trias ; voûte très aplatie qui a été évidée par le Nfis et ses affluents. Un témoin de basaltes est conservé au milieu. L'oued suit le bord occidental du bassin ; son lit voile le contact rectiligne entre le Permo-Trias représenté par ses couches supérieures et le massif

1. Débouché de l'oued dans la plaine.

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

du Tirardine, constitué par du granite, des schistes métamorphiques et des calcaires à Entroques (?) et qui domine l'oued de 1.200 m. Toutefois, en quelques points sont visibles, rive gauche, des zones de schistes broyés. Un accident semble donc certain ; il continue l'accident méridien d'amont. Tandis que l'oued s'enfonce dans les calcaires, les schistes et le granite du Tirardine-Tikita, en une formidable gorge surimposée, l'accident passe rive droite et est évident au tizi n Melloul (schistes broyés et Trias vertical étiré). Au delà traverse-t-il le djebel Tikita? La chose n'est pas certaine ; il le contourne plutôt vers l'Est où n'apparaît pas la zone de schistes broyés mais où le Permo-Trias est relevé à la verticale.

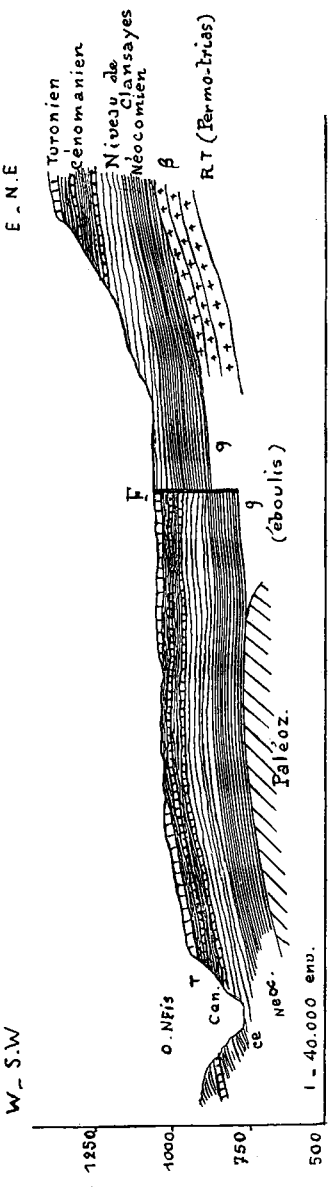


FIG. 2. — Coupe à travers le Kheneg du Nfis.

Échappé des gorges du djebel Tikita, le Nfis sort de la montagne en traversant une barre constituée par la série du Crétacé dominée par les calcaires éocènes, recouverts eux-mêmes par les conglomérats oligo-miocènes. Le tout repose sur le Paléozoïque, est relevé très fortement, déversé sur la rive gauche et recoupé en biseau par la flexure du bord de la montagne qui fait disparaître successivement vers l'Ouest le Crétacé et l'Éocène. Mais, rive droite, cette barre est elle-même coupée par un accident méridien ; cet accident, une faille, coupe net les argiles rouges triasiques et les basaltes qui n'existent plus à l'Ouest et fait buter les uns contre les autres les divers étages du Crétacé comme le montre la coupe (coupe 2). Il se prolonge vers le Nord par la flexure qui suit le bord occidental du plateau de Kik, tandis que la

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

flexure longitudinale du bord de la montagne ne se prolonge pas vers l'Est. Sur le revers nord de la barre, l'Éocène est coupé par l'accident et ne se retrouve, le long de la flexure occidentale du plateau de Kik qu'au débouché de l'ighzer n Ouarrialt. L'Oligo-Miocène, lui, épouse l'angle formé par la rencontre des deux accidents orthogonaux. Désormais, la flexure occidentale du plateau de Kik, dont le cœur de basalte apparaît au débouché de la vallée de Sidi Khaled, prolongée par la flexure étirée qui limite à l'Ouest le massif viséen des Sektana, limite d'une part le pays affaissé constitué par la cuvette d'Amismiz et le massif paléozoïque du pont du Nfis-Guemassa, et, d'autre part, le horst constitué par le synclinal du Kik et le massif Sektana ; ce horst est d'ailleurs compartimenté lui-même par des accidents longitudinaux dont l'un fait buter les couches de Kik sur le massif Sektana et l'autre limite au Nord ce massif lui-même, doucement relevé au-dessus de la plaine.

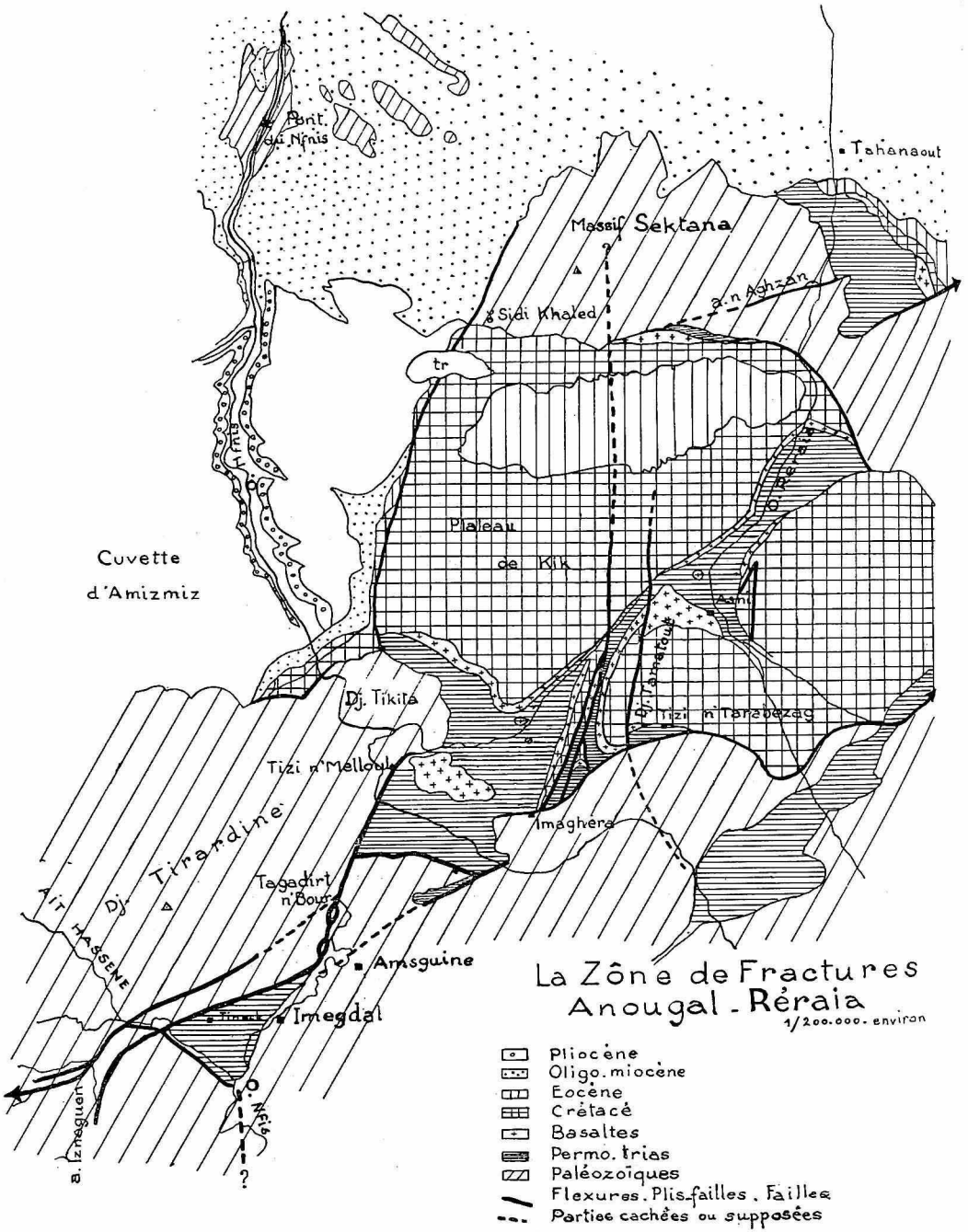
Que conclure de l'étude de ces accidents compliqués et assez étranges ? Ne doit-on pas considérer la région comme composée d'une série de blocs qui ont joué les uns par rapport aux autres comme des touches de piano, les uns affaissés, les autres relevés, parfois en sens inverse, de part et d'autre d'un grand accident nord-sud, sur lequel viennent se greffer des accidents longitudinaux ? Ne faut-il pas considérer cet accident comme antécrétacé puisqu'il coupe le Permo-Trias et les basaltes qui disparaissent vers l'Ouest jusqu'au tizi n Machou et admettre qu'il a rejoué à l'époque des plissements alpins d'une façon continue puisque le Crétacé est coupé dans son axe, et que l'Éocène et l'Oligo-Miocène sont affectés par lui ?

d) **Les flexures Imaghera-Kik.**

D'autres accidents apparaissent plus à l'Est. La flexure qui limite au Sud le bassin permo-triasique de l'Imaghera, décrochée elle-même vers le Nord, à partir de sa jonction avec la flexure Tinesk-Amsguine-Tirfist, prolongement de la grande flexure Medinet-Aït Hassene, se continue vers l'Est, par le tizi n Tarabezag vers la vallée de l'assif n Aït Ali (Reraia) et bien au delà jusqu'au Zat. C'est un des grands accidents longitudinaux de l'Atlas. Elle est toutefois brusquement détournée vers le Sud dans la vallée de l'assif n Aït Ali ; elle est accompagnée de laminages intenses et se dédouble [1]. La vallée elle-même, vers l'amont, correspond à un abaissement d'axe très net.

1. Renseignement communiqué par M. Neltner.

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



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

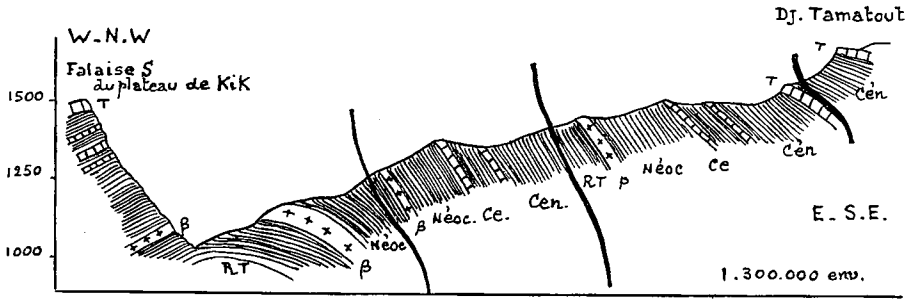


FIG. 3. — Coupe du flanc occidental du Djebel Tamatout.

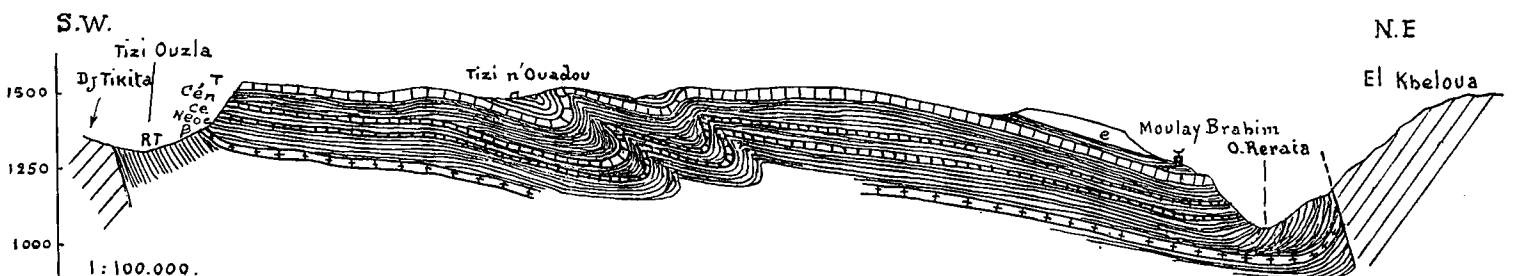


FIG. 4. — La falaise sud du plateau de Kik.

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

D'autre part, de cette flexure se détachent, en amont du village d'Imaghera, une série d'accidents méridiens, d'abord au nombre de 4, mais qui se réunissent en s'adoucissant vers le Nord. Le djebel Tamatout qui sépare les vallées des oueds Reraia et Nfis est ainsi constitué par une série de courtes vagues empilées, vraies écailles qui font apparaître plusieurs fois les différents étages du Crétacé, les basaltes et les argiles supérieures du Permo-Trias comme le montre la coupe (coupe 3). L'accident oriental se prolonge peut-être vers le Sud dans la vallée de l'Ouirgane qui correspond, comme celle du Reraia, à un abaissement d'axe très accusé. Ces accidents, réduits au nombre de deux vers le Nord, affectent également le plateau de Kik dont la falaise méridionale constitue une remarquable coupe naturelle (coupe 4).

Les accidents sont encore visibles sur le plateau grâce aux ravins qui entaillent les calcaires turoniens. Mais ils ne sont plus visibles vers le Nord, dans l'Éocène conservé au creux du synclinal. Au flanc de la falaise septentrionale qui longe le massif Sektana et où les couches sont relevées jusqu'à la verticale, le long d'un accident longitudinal, rien ne trahit le prolongement des accidents méridiens. Toutefois un fait curieux : le Permo-Trias, absent dans la dépression qu'a creusée l'oued de Sidi Khaled au contact du plateau de Kik et du massif Sektana, reparaît brusquement entre le Crétacé et le Paléozoïque, les basaltes d'abord, puis les argiles rouges, recoupées elles-mêmes en biseau par un nouvel accident longitudinal. S'agirait-il là encore d'un accident méridien antécrétacé ayant rejoué au Sud, et non au Nord?

e) **Les accidents du bas Reraia.**

Des accidents assez compliqués sont encore visibles dans la basse vallée du Reraia. La vallée, en effet, en aval du bassin anticlinal permo-triasique d'Asni, est coupée par une série d'accidents de directions différentes. Un premier accident dirigé NNW-SSE limite à l'Est le plateau de Kik, recoupe en biseau du Nord au Sud le Crétacé, les basaltes et les argiles rouges du Permo-Trias pour s'effacer sous le Crétacé de la retombée méridionale de l'anticlinal. Un second est un dédoublement de la flexure longitudinale qui limite au Nord le plateau de Kik ; il se suit dans la vallée de l'assif n Aghzan grâce à une zone de schistes broyés et à des témoins de Permo-Trias conservés au-dessus de la route d'Asni ; il se perd rive droite, à la rencontre d'un accident méridien, mais est relayé plus au Sud par un nouvel accident longi-

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

tudinal qui recoupe Permo-Trias, basaltes, Crétacé relevés, déversés et étirés contre le Primaire pour disparaître sous l'Oligo-Miocène lui-même fortement redressé.

f) **Conclusion.**

La région comprise entre l'Anougal et le bas Reraia est donc compliquée, hachée de failles et de flexures. Elle est remarquable dans tout l'Atlas de Marrakech par l'importance des accidents méridiens. Le plus considérable a favorisé la formation de l'oued Nfis. En amont de Tinesk, en effet, la direction générale de la vallée est nord-sud et suit un contact très net entre des schistes foncés, très durs, sur la rive droite, et les schistes gris et tendres du Goursa ; les surfaces d'érosion très développées rive droite, ne se retrouvent pas rive gauche : argument insuffisant pour affirmer l'existence dans l'axe de la vallée d'un accident que rien ne révèle. Il est toutefois curieux de constater que, dans le prolongement de ce tronçon méridien se trouve la terminaison orientale du synclinal du Nfis dont les grès et argiles permo-triasiques sont fortement relevés et que l'anticlinal de l'Oucheddene est faillé peu à l'Est du col qui porte le même nom. Il est donc possible que le style étudié entre Tinesk et la plaine se retrouve en amont. La vallée du Nfis constituerait alors une coupure tout à fait remarquable de l'Atlas de Marrakech et séparerait deux régions qu'opposent des différences non seulement dans la sédimentation et la tectonique primaire, mais encore dans la tectonique posthercynienne : à l'Est, entre les oueds Nfis et Zat, les accidents longitudinaux sont beaucoup plus nombreux et serrés sur les bords du grand massif éruptif Ouenkrime Aghouchdid (Bou Ourioul) et dans ce massif même que dans les régions schisteuses occidentales.

B. *Les accidents longitudinaux entre Reraia et Zat.*

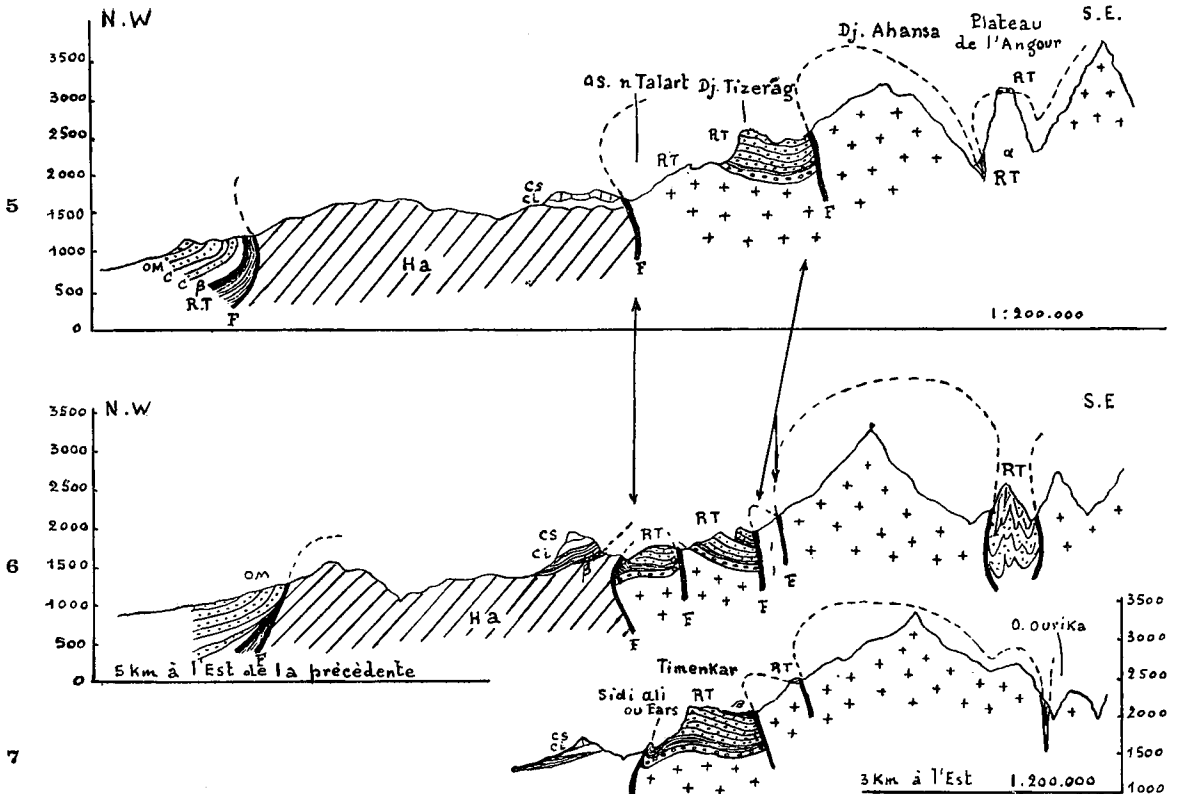
M. Moret a analysé ces flexures beaucoup mieux que je ne saurais le faire. Je voudrais seulement préciser certains contours de détail et étudier quelques accidents nouveaux [1].

a) **La flexure Imaghera-Sidi Fars.**

La flexure Medinet-Aït Hassene-Tirfist se poursuit vers l'Est, au delà des oueds Aït Ali (Reraia) et Iminen. Dans la région de la zaouia Sidi Fars, le Crétacé est redressé, déversé et étiré non

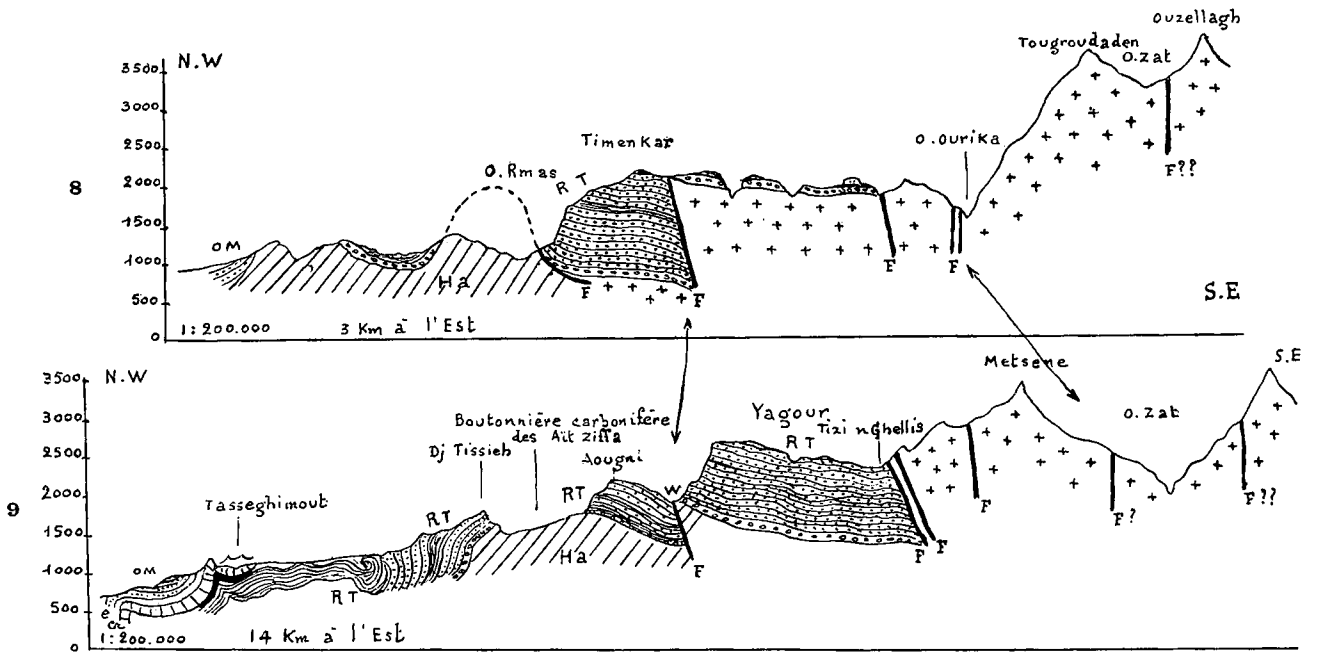
1. Cf. carte hors texte.

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



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

FIG. 5, 6, 7, 8 et 9. — Coupes d'Ouest en Est entre les vallées des Oueds Reraia et Zat, montrant les transformations des accidents longitudinaux et les déformations de la couverture.



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

contre le Permo-Trias, mais contre un complexe de schistes métamorphiques et de roches éruptives (granite surtout) recouvert seulement au Sud par le Permo-Trias du djebel Tizerag. Quelques témoins des conglomérats de base du Permo-Trias sont toutefois conservés à l'Est du tizi n Tellomt et permettent de reconstituer une large voûte (coupe 5). Cette voûte est elle-même affectée vers l'Est à partir du tizi n Ouggouamane par une flexure secondaire qui fait réapparaître une mince bande de socle éruptif jusqu'à la vallée de l'assif n Oualil le long duquel l'accident tourne vers le Sud et se perd (coupe 6).

b) **La flexure Ouirgane-Aït Inzal et la boutonnière granitique de l'Ourika.**

Cet accident semble commencer à s'accuser dès les pentes méridionales du massif du Takherkhort, traverse l'Ouirgane à Id Aissa, passe au tizi n Matate, traverse l'assif Aït Ali à Aguersioual, l'assif Iminen à Ansekrou et se suit à partir de là beaucoup plus facilement parce que la couverture permo-triasique conservée vient buter contre les massifs éruptifs de l'Oukaimeden et de l'Ahansa.

Mais, à partir des Aït Slimane, l'accident se dédouble et tandis qu'une branche oblique peu à peu vers le Sud, la branche principale continue vers le Nord-Est (coupes 6-7). L'accident est très net au tizi n Oukerkar où, de part et d'autre d'une très mince bande de granite écrasé, les conglomérats inférieurs du Permo-Trias au Sud affleurent à la hauteur des argiles rouges qui terminent l'épaisse série permo-triasique du Timenkar (coupe 8). Le Permo-Trias, dans toute la région comprise entre le Reraia et le Zat, présente en effet, sans changements importants et sans variations très sensibles d'épaisseur, la série décrite par M. Moret au tizi n Telouet. Cette stratigraphie régulière permet de déceler facilement des accidents dans le Permo-Trias même et de mesurer leur importance. L'épaisseur de la série est ici de 8 à 900 mètres.

Cet accident fait apparaître sous le Permo-Trias une importante boutonnière du substratum dans les vallées de l'Ourika et de ses affluents. Cette boutonnière est constituée par une voûte d'une roche granitique très dure ; elle est recouverte vers l'aval par une série assez épaisse d'andésites et de conglomérats, surmontée elle-même par une série schisteuse, schistes tendres, verts, qui débutent par des conglomérats et des grès et passent vers le haut à de nouveaux conglomérats et des calcaires à Encrines. Un massif granitique annexe se dresse rive droite, dans la vallée de l'assif n Tachemcht.

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

Dès qu'on s'écarte loin des gorges de l'oued et de ses affluents, le Permo-Trias est entièrement conservé. Mais la flexure se suit par le tizi n Oughri et la haute vallée de l'oued Guedji. Au coude brutal décrit vers le Nord par cet oued, qui s'enfonce dans le djebel Aougni affaissé, apparaît une petite boutonnière de schistes noirs qui ont le facies des schistes carbonifères d'Aït Ziffa (coupe 9). Elle est dominée par la masse du Yagour, muraille puissante et rouge de Permo-Trias haute de plus de 700 m. Vers l'Est, l'accident s'adoucit, passe à un synclinal dissymétrique dans les Aït Inzal et rejoint par des ondulations de détail la flexure du tizi n Lailale. Mais au centre de la cuvette des Aït Inzal se dresse un dyke de basaltes, cheminée isolée, la seconde qui ait été signalée dans l'Atlas proprement dit.

c) **La flexure Ourika, tizi n Lailale-Aït Tissekht.**

La zone constituée par la boutonnière granitique de l'Ourika et le Yagour est limitée elle-même au Sud par la flexure détachée de la précédente chez les Aït Slimane. Elle se complique d'accidents secondaires bien visibles dans la vallée de l'Ourika peu en aval du coude décrit par l'oued à Aït Barka et le long des éperons septentrionaux du djebel Metsene où se voient des traînées de grès rouges pincés. A partir du Zat, l'accident oblique vers le Nord, le long des flancs du djebel Ourgouz, passe au tizi n Lailale, traverse le Rdat aux Aït Haddou, toujours compliqué de fractures secondaires, et se poursuit vers l'Est dans les Aït Tissekht : les schistes primaires sont couchés sur le Permo-Trias à Taouchkamt ; vers l'Est c'est le Crétacé inférieur qui est redressé à la verticale contre le Paléozoïque puis contre le Permo-Trias réapparu. L'accident serait assez difficile à suivre au milieu des grès et argiles rouges des deux séries s'il n'était jalonné par une première petite boutonnière de Paléozoïque à Taroulast, puis par une longue boutonnière qui s'étend au pied du djebel Anargui ; il se prolonge peut-être vers l'Est jusqu'au delà de la Tessaout.

d) **Les accidents méridionaux.**

Au Sud de ces deux dernières flexures la couverture permo-triasique a le plus souvent entièrement disparu et la montagne est constituée presque exclusivement par des roches éruptives massives et dures. Les accidents sont plus difficiles à suivre. Toutefois, il est possible d'en reconstituer quelques-uns ou d'en supposer d'autres. Mais ils semblent avoir une nature différente.

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

Ce ne sont plus des flexures mais des synclinaux pincés ou des failles.

L'un de ces synclinaux pincés est célèbre et bien visible aux environs d'Aremd (Around) ; il est, en effet, jalonné par des argiles et grès rouges permo-triasiques, parfois par des schistes métamorphiques ; il se suit de col en col vers l'Ouest dans l'Ouirgane et peut-être jusqu'au synclinal du Nfis, vers l'Est par le tizi n Tamatert. Dans la vallée de l'Iminen, il semble se couper en deux branches dont l'une, au Nord, est jalonnée par des lambeaux de Permo-Trias et l'autre, au Sud, est constituée par le synclinal de schistes métamorphiques de Tachdirt. Elles se réunissent de nouveau au-dessus de Timichi, dans le haut Ourika, où subsiste un synclinal de Permo-Trias déversé vers le Nord et dont le bord sud est étiré (coupe 6) ; ces deux branches isolent la longue amande du massif de l'Angour. Sur le plateau même de l'Angour, à 3.600 m., ainsi d'ailleurs qu'au Nord de l'accident, au sommet du djebel Aguersioual et du djebel Tasseghimout situé entre les tizi n Matate et n Mzic sont conservés des conglomérats du Permo-Trias sur des surfaces très mûres et légèrement gauchies, seuls témoins incontestables d'une pénéplaine antétriasique dont il existe peut-être d'autres témoins au Sud.

Que devient l'accident à l'Est de Timichi ? Il semble que la haute vallée longitudinale de l'Ourika suive une zone de contact anormal entre les granites très durs des montagnes abruptes de l'assif Tifni, de l'assif n Oumenzel et du Tougroudaden et d'autres roches éruptives plus tendres, des gneiss surtout, particulièrement développés au coude de l'oued ; contact rectiligne jalonné par un minuscule lambeau de Permo-Trias (?) pincé à Tadrart et par une étroite bande de granites décomposés, affaissés entre 2 failles. L'accident suit la rive gauche, puis la rive droite après un léger coude de l'oued dont la vallée s'élargit dans les gneiss, dans le bassin de la zaouia Sti Fatma. L'oued se détourne brusquement vers le Nord, mais la dépression longitudinale qu'il empruntait continue, suivie par l'assif n Oumelouggui et jalonnée par de curieux paquets de gneiss affaissés le long de zones de broyage. Cette zone affaissée, sorte de fossé, semble pouvoir se suivre vers l'Est, dans le granite, entre le Metsene et le Tougroudaden ; elle passerait par le tizi n Imlil, qui isole le Metsene, dans la vallée du Zat.

Cette vallée présente avec la haute vallée de l'Ourika de grandes ressemblances. Elle se compose, en amont d'Imerguen, de deux sections longitudinales réunies par une section grossièrement transversale. La section longitudinale d'aval rappelle

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

étrangement la vallée de l'Ourika dans la région de Timichi : même granite dans lequel l'oued creuse des gorges formidables ; il s'arrête rive gauche et vient en contact juste au-dessus de l'oued avec d'autres roches éruptives, complexe où dominent diorites et andésites [1] ; contact rectiligne souligné par une zone de roches broyées et qui se suit depuis le tizi n Imlil. Mais le Zat à Imerguene se détourne vers le Nord comme l'Ourika et rien ne révèle clairement que l'accident se continue vers l'Est. Il faut noter toutefois l'existence de deux accidents qui se trouvent dans le prolongement. La vallée de l'assif n Tidsi, affluent de l'assif n Oufrah, qui se jette lui-même dans le Zat, est constituée par un synclinal de schistes cambriens qui viennent buter par faille contre les rhyolites de l'Aghouchdid (Bou Ourioul). L'accident se suit jusqu'à un col qui domine Imerguene. Vers le Nord-Est il se continue par un anticlinal cassé dans la vallée du Rdat. Dans la vallée de l'assif Aït Rbaa, rive gauche, un contact anormal semble apparent entre des schistes verts et les schistes et les quartzites du djebel Ourdat. L'accident se poursuit vers Tislit, est très net sur le flanc nord du Tistouit, dans les grès du Permo-Trias, et se continue vers l'Est en direction de la falaise nord du plateau de l'Ounzel.

Un autre accident analogue existe peut-être plus au Sud. Il est difficile d'expliquer autrement les cours longitudinaux du haut assif Tifni et du haut Zat. Tous les tronçons longitudinaux des oueds correspondent, en effet, dans cette partie de l'Atlas, à des accidents de direction alpine. On ne voit pas pourquoi ces tronçons feraient exception à la règle, car les surfaces d'aplanissement récentes, sur lesquelles se sont installés les cours transversaux et surimposés des grands oueds, pendent vers le Nord [2].

Il semble enfin qu'un accident brutal borde au Sud la haute chaîne Ouenkrime-Toubkal-Likoumt. Cette haute chaîne, qui porte les plus hauts sommets de l'Atlas, est limitée au Nord par le synclinal Aremd-Tachdirt. Elle est constituée entièrement par des andésites et des rhyolites dont le pendage est rendu évident par d'importants bancs de conglomérats : ils pendent doucement vers le Nord. Ce bloc massif vient buter vers le Sud contre le granite du Tifni à l'Est et, à l'Ouest, contre des andésites sub-verticales qui constituent les massifs d'Ifni et du Tirkout, comme s'il s'agissait d'une voûte faillée, voûte conservée à l'Ouest dans la région

1. D'après des levés de M. Neltner.

2. Cet accident se prolonge, à l'Est de la haute vallée longitudinale du Zat, par une flexure très nette aux environs du Tizi n Tainant où il passe sur le versant sud, au contact du Permo-Trias et du massif éruptif.

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

du Nfis où l'anticlinal Tachguelt-Oucheddene est limité au Sud par le synclinal de l'Assif n Aït Hamed et de l'Ounein.

C. *La zone de cuvettes du bas Zat et du bas Rdat.*

A cette zone coupée de longs accidents longitudinaux succède en bordure de la montagne, à l'Est de l'Ourika, une zone de cuvettes à fond plat, séparées par des plis brusques. Ces plis ont été érodés et ont donné naissance à des vallées anticlinales où apparaissent basaltes et Permo-Trias sous les corniches de calcaires crétacés des synclinaux perchés.

Cette région présente un double intérêt stratigraphique et tectonique. Il semble que l'on soit ici à la limite orientale des affleurements éocènes du versant nord de l'Atlas. L'Éocène constitue, en effet, le fond des cuvettes jusqu'au Rdat ; il s'arrête sur la rive gauche de cet oued, au djebel Sour, constitué par un gros paquet de calcaires marneux blancs à débris de coquilles, sans doute éocènes. A ce même djebel Sour, le Crétacé repose sur une masse considérables de gypses et d'argiles rouges à gypse qui surmontent les basaltes du Permo-Trias et se retrouvent localement chez les Aït Tissekht et dans la cuvette du bas Rdat. Là, ils sont surmontés par des marnes et des calcaires fossilifères à Lhinani et Djorf Bounou qui ne semblent pas être du Crétacé. Ces formations sont recouvertes par l'Oligo-Miocène discordant [1].

Ces cuvettes perchées dominent la plaine du Haouz en falaises (falaise rouge du djebel bou Assaba). Ces falaises seraient difficiles à expliquer si elles n'étaient provoquées par des pli-failles. Le pli-faille limitant au Nord la cuvette des Aït Abdesslam est très visible aux environs d'Ouanina où la charnière est visible. La cuvette de la rive droite du Zat (Tasseghimout, cuvette d'Agoujgal) est limitée de même au Nord, non plus par un, mais par deux pli-failles qui isolent un avant-pli constitué essentiellement par les basaltes permo-triasiques recouvertes par l'Oligo-Miocène. Ces accidents font affleurer dans la région de Skoura une vaste zone d'argiles et de basaltes permo-triasiques qui semble occupée en son milieu par une cheminée volcanique, située sur le méridien de celle des Aït Inzal.

1. Cf. J. Bourcart. « A propos de la formation subatlasique ». *C.R.S.G.F.*, fasc. 16, 18 déc. 1933, p. 255.
L. Moret, J. Dresch, E. Roch. « Sur la géologie de la basse vallée de l'oued Rdat, à l'Est de Marrakech ». *C.R.S.G.F.*, fasc. 3, 5 fév., 1934, p. 39.

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

II. NATURE ET AGE DE CES ACCIDENTS

a) **Nature des accidents.**

Ainsi le Grand Atlas de Marrakech entre l'Anougal et le Rdat paraît présenter trois types différents d'accidents :

1. *Des flexures et pli-failles méridiens* dans la région comprise entre l'Anougal et le Reraïa. Ils sont accompagnés ou non par des zones d'étirement ou de broyage. Exception faite pour les accidents qui limitent à l'Est le massif Tirardine-Tikita, ils se présentent comme une série de vagues se surmontant vers l'Est. Le rejet est plus ou moins important et varie souvent du Sud au Nord, au point que l'accident peut disparaître complètement (plateau de Kik). Ils sont parfois coupés par des décrochements horizontaux (Imaghera, Bas Reraia).

2. *Des cuvettes à fond plat* séparées par des anticlinaux courts dans la zone subatlasique comprise entre l'Ourika et le Rdat ; elles annoncent un style nouveau qui domine de plus en plus vers l'Est.

3. *Des flexures, pli-failles et failles longitudinales* qui sont la caractéristique du Grand Atlas de Marrakech et le découpent en gigantesques marches d'escalier. Ils sont également accompagnés ou non de zones de broyage, d'étirement ou de laminage selon la violence de l'accident. Ils peuvent provoquer des déversements locaux du Paléozoïque sur les couches de couverture, par exemple à Medinet, Sidi Ali ou Fars, Taouchkamt, pouvant aller jusqu'à 200 m. en ce dernier point, sans qu'il y ait nécessairement décollement de la couverture sur le socle. Les flexures de la zone subatlasique semblent faire place à des failles ou complexes de failles dans la zone axiale, plus rigide. Tous ces accidents, comme les accidents méridiens, affectent le socle paléozoïque aussi bien que la couverture.

b) **Age des accidents.**

Ces accidents semblent avoir joué et rejoué à des époques différentes, parfois dans l'axe de mouvements anciens dont la nature ne saurait être précisée. On constate, en effet, au-dessus du Permo-Trias, lui-même discordant sur les formations hercyniennes, les discordances suivantes :

Le Crétacé est souvent discordant sur le Permo-Trias. Sans doute voit-on aussi très souvent le Crétacé reposer en concordance sur les basaltes (Kik-zone des cuvettes Ourika-Rdat) ; et nous n'avons pas vu, Ed. Roch et moi, la discordance du Cré-

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

tacé sur le Permo-Trias signalée par M. A. Beaugé à Sidi Rahal. Toutefois la discordance est évidente un peu à l'Est de Tahanaout et a été signalée par M. Moret. La discordance du Jurassico-Crétacé a été également signalée par Ed. Roch au tizi n Machou. D'autre part, la disparition brutale du Permo-Trias à l'Ouest du Nfis, le long des accidents méridiens signalés plus haut, semble ne pouvoir être expliquée qu'en admettant l'existence de mouvements antécrétacés. La pénéplaine antécrétacée nivelant le granite et les plis hercyniens apparaît vers Azgour aussi parfaite que la pénéplaine antétriasique. On voit enfin, entre le Reraia et l'Ourika, le Crétacé reposer soit directement sur le Paléozoïque, soit sur des couches différentes de la série permo-triasique (Tinzert ?-Agaiouar). Mais cette dernière discordance peut aussi provenir d'un décollement local de la couverture sur le Paléozoïque.

L'Éocène repose presque toujours en concordance sur le Crétacé. Mais il est aussi parfois discordant, notamment entre Medinet et Ouanamerou, et les flexures méridiennes du plateau de Kik qui affectent le Crétacé ne semblent pas affecter l'Éocène [1].

L'Oligo-Mioène est lui aussi le plus souvent concordant sur les séries inférieures. Mais il ne pénètre dans la zone montagneuse qu'à l'Est de l'Ourika, sans jamais se retrouver plus loin que dans les cuvettes de bordure. Il est très nettement discordant sur les calcaires du bas Rdat où il dessine même, à Djorf Bounou, un très curieux anticlinal moulé sur un synclinal [2]. Enfin dans la région comprise entre le Nfis et l'Ourika, la couverture oligo-miocène est continue alors que l'Éocène et le Crétacé s'arrêtent brusquement rive gauche des oueds Reraia et Ourika, et cette formation vient parfois voiler la flexure bordière le long de laquelle Permo-Trias, Crétacé et Éocène sont redressés ou rebroussés et étirés (Est de Tahanaout), tout en étant elle-même fortement redressée.

Ainsi toutes les séries de couverture présentent cette particularité curieuse d'être tantôt concordantes, tantôt discordantes les unes sur les autres. L'Atlas de Marrakech posthercynien semble donc être le résultat de mouvements anciens et d'accidents brutaux récents qui ont joué tantôt ici, tantôt là, mais d'une façon continue depuis le Lias, puisque le Lias à l'Est et le Jurassico-Crétacé à l'Ouest (vers l'assif el Mell) viennent déjà mourir sur ses bords. Les accidents méridiens semblent les plus anciens, puisque certains seraient le prolongement de mouve-

1. Mais cela peut être dû aussi à une disharmonie de plissement.
2. Cf. J. Bourcart et L. Moret, J. Dresch. E. Roch, *Op. cit.*

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

ments antécrétacés. Ils ont rejoué depuis, plus ou moins, puisque certains semblent ne pas affecter l'Éocène, tandis que d'autres se sont prolongés jusqu'après le dépôt de l'Oligo-Miocène. Les accidents longitudinaux sont plus récents et semblent de plus en plus récents vers le bord de la chaîne, comme l'avait noté M. Moret. S'il est, en effet, difficile de prouver que l'Éocène n'a pas recouvert toute la chaîne à l'Ouest du Rdat, il est du moins certain que la formation détritique définie par Ed. Roch et L. Moret comme oligo-miocène, partout comprise dans les mouvements atlasiques, reste en bordure des reliefs datant de la première phase de surrection alpine.

c) Les déformations récentes.

L'étude des surfaces d'érosion et du réseau hydrographique en montagne, et celle du Haouz de Marrakech permettent d'apporter à ce sujet quelques précisions.

L'existence de surfaces d'érosion récentes, nivelant des accidents méridiens ou longitudinaux est évidente dans de nombreux points de cette partie de l'Atlas, quelque difficiles qu'elles soient à suivre par suite de leurs déformations, ou à dater par suite de l'absence de dépôts datables postérieurement à l'Éocène ou à l'Oligo-Miocène. Elles se suivent surtout dans la région Nfis-Reraia et dans la région Zat-Rdat, de part et d'autre du haut massif éruptif axial. L'exemple du plateau de Kik est à ce sujet particulièrement typique : il semble, en effet, devoir être interprété comme une surface d'aplanissement antééocène (?) ployée en synclinal et réaplanie après l'Éocène. Il convient, en effet, de considérer comme éogènes les témoins les plus importants de ces surfaces d'érosion, surfaces déformées soit par des mouvements d'ensemble, soit le long des accidents surtout longitudinaux qui ont continué à jouer. C'est sur cette surface que se sont mis en place la plupart des grands oueds actuels. L'étude des variations de facies des conglomérats oligo-miocènes en bordure de la chaîne, constitués au débouché de ces oueds par des cailloux bien roulés, plus gros, d'origine lointaine et en rapport avec la constitution des hauts massifs intérieurs, montre que la formation oligo-miocène a été déposée par eux. Ils sont inadaptés à la structure et doivent être considérés comme surimposés et antécédents. Les profils en long et en travers de leurs vallées révèlent par ailleurs l'existence d'une série assez régulière de cycles au nombre de 5 ou 6, selon les oueds. Les replats d'érosion les plus élevés, jusqu'à plusieurs centaines de mètres

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

au-dessus des thalwegs actuels, et les fonds de vallées montrent la maturité des plus anciens de ces cycles. Mais les vallées actuelles sont d'une extraordinaire jeunesse. Des mouvements d'ensemble récents apparaissent donc incontestables.

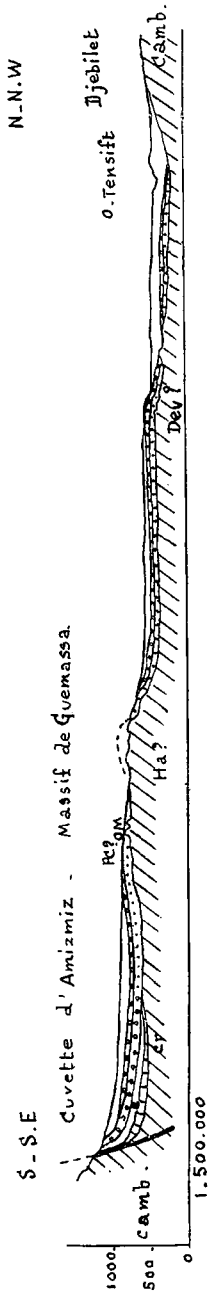


FIG. 10. — Coupe schématique à travers le Haouz occidental.

Mais l'étude du Haouz de Marrakech est à ce sujet plus suggestive encore. J'ai montré précédemment [1] quels étaient les traits généraux de la géologie du Haouz. Cette dépression est remblayée par l'Oligo-Miocène, formation toujours bien litée et presque toujours plissée, dont les changements longitudinaux et transversaux de facies sont très nets, ces derniers particulièrement le long de la vallée du Nfis entre le Kheneg et le massif de Guemassa : les conglomérats passent peu à peu vers l'aval à des limons consolidés, marnes gréseuses vertes, plus ou moins rubéfiées, parfois très dures. Au-dessus, se rencontrent souvent des conglomérats, très durs, grossièrement lités, à ciment gréseux plus ou moins fin, parfois surmontés par des limons roses consolidés. Je les rapporte au Pliocène, détermination toute relative comme celle de l'Oligo-Miocène, parce qu'ils se trouvent toujours sur l'Oligo-Miocène, parfois en discordance, constituent une formation d'épandage qui n'a aucun rapport ni avec les terrasses fluviales les plus hautes de la plaine (100 m. et plus), ni avec les formations d'épandage actuelles ou récentes, et qu'en quelques points (pays Mzouda, kheneg de la Tessaout, gorge du Lakhdar à l'arbre signal 714) ils sont plissés. Les formations plus récentes, terrasses alluviales du Nfis, entre le Kheneg et le massif de Guemassa,

1. Cf. J. DRESCH. Sur les formations récentes du Haouz de Marrakech. *CR. Ac. Sc.*, t. 200, p. 1957, séance du 3 juin 1935.

La structure du Haouz de Marrakech. *CR. Ac. Sc.*, t. 200, p. 2104, séance du 17 juin 1935.

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

épaisses de 4 à 5 m. au maximum, ou cailloutis et limons d'épandage de piémont récents ou actuels, ne sont pas consolidées, à moins qu'elles ne soient encroûtées.

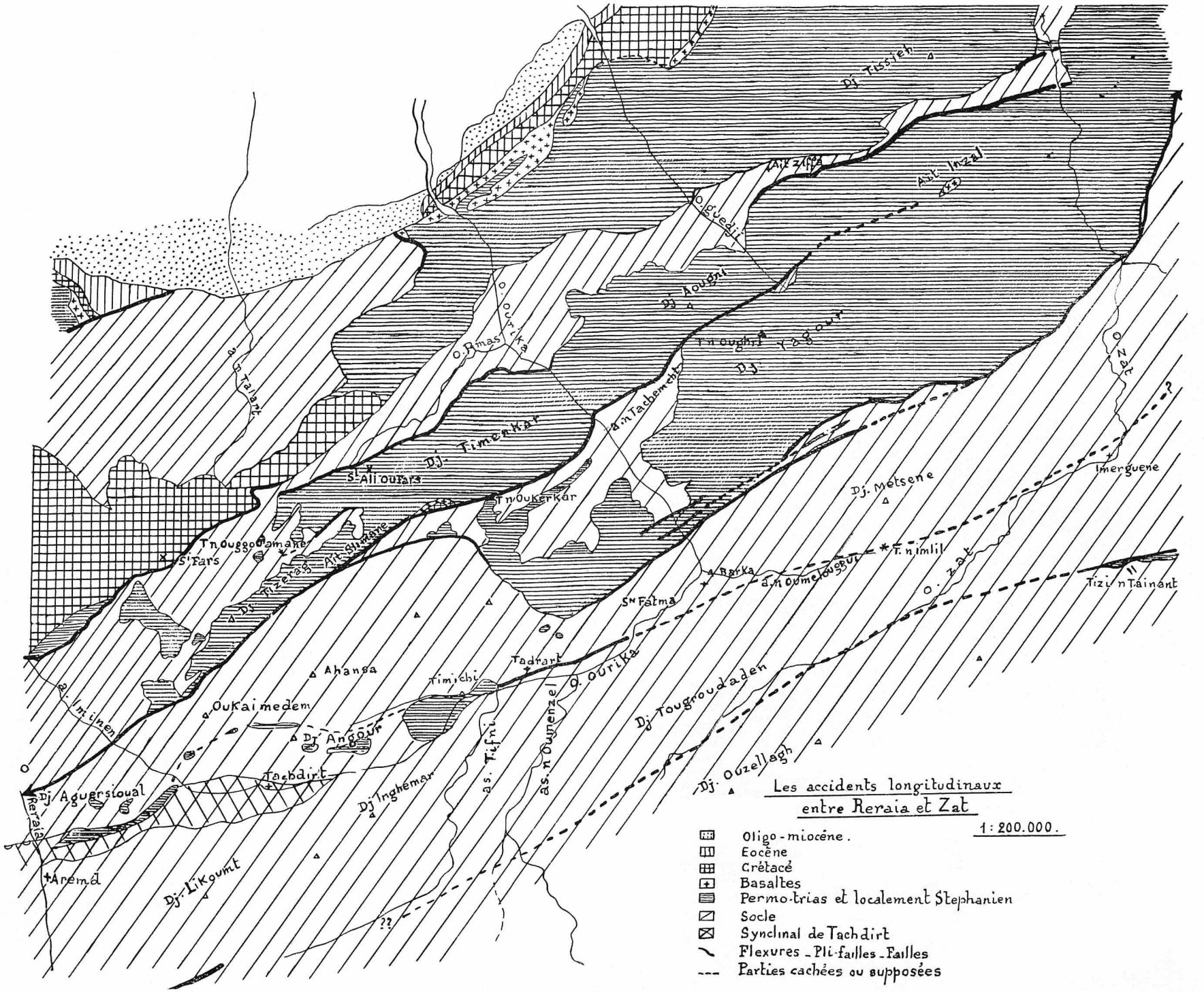
Le Haouz se divise en trois zones très nettement opposées, le Haouz occidental constitué par une série de trois plateaux ou cuvettes étagées, séparées par des flexures douces, le long desquelles réapparaissent soit le Primaire (massif de Guemassa [1], Koudiat Moukhdene et affleurement situé au Sud-Est du djebel Ardouz), soit le Jurassico-Crétacé vers Chichaoua, soit, partout, l'Oligo-Miocène à faciès gréseux, soit enfin le Pliocène (coupe 10). Le Haouz oriental [2], à l'Est du méridien d'El Kelaa, est constitué par une masse énorme de conglomérats pliocènes (?) et par une cuvette essentiellement oligo-miocène qui s'étend au pied de Demnat et est séparée du plateau pliocène par le pli de l'arbre signal 714, où apparaissent les basaltes, le Lias, l'Oligo-Miocène et le Pliocène discordants. Le Haouz central, entre Marrakech et Tamlelt, correspondant à la haute chaîne axiale, est une fosse en cours de remblaiement où les oueds étalent encore leurs alluvions sans y creuser, le Zat du moins, la plus petite terrasse.

Cette dernière zone semble donc récente. Mais les autres ne sont pas anciennes. La zone occidentale est la plus instructive. La dépression semble postérieure à l'Éocène puisqu'on ne trouve plus à partir de la Koudiat Moukhedene ni Crétacé ni Éocène et que les seules formations de couverture vers l'Ardouz et sur les massifs primaires pénéplanés de Guemassa et du pont du Nfis sont l'Oligo-Miocène et le Pliocène. Cette idée peut être discutée. Ce sont du moins l'Oligo-Miocène et le Pliocène, en apparence concordants, qu'affectent les flexures ; mais il existe des traces de mouvements plus récents encore. Les terrasses du Nfis 90, 55-60, 30-35, 20-25, et les terrasses inférieures, se suivent régulièrement le long de l'oued. Mais on trouve au-dessus de la terrasse 90, aux environs du pont du Nfis, rive gauche, des dépôts d'une terrasse supérieure qui penchent vers l'amont, de même que l'Oligo-Miocène, et la terrasse 90 rive droite, semble, elle aussi, basculée vers l'amont. La cuvette supérieure ou cuvette d'Amismiz se serait donc accusée postérieurement au cycle 90, et la terrasse 60 est elle-même très localement redressée vers l'oued aux abords du Primaire, en aval du pont, comme si le massif ancien était monté tout récemment.

1. Cf. J. Dresch. « Sur l'existence d'un massif paléozoïque dans le Haouz au SW de Marrakech ». *C.R.S.G.F.*, fasc. 9, 7 mai 1934, p. 113.

2. Je remercie E Roch d'avoir bien voulu discuter ces idées au cours de courses communes et m'autoriser à les publier bien qu'elles concernent une région qu'il est en train d'étudier.

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



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

Curieuses cristallisations de calcite dans un calcaire, situé entre le massif du Chenaillet et la cime du Gondran (Briançonnais) ; leurs relations avec les charriages

par **Paul Jodot**[1].

Planche XVIII.

La microtectonique, enregistrée par ce calcaire, fournit des renseignements intéressants sur les pressions, écrasements et laminages qui laissent entrevoir des relations, de cause à effet, avec la tectonique générale. Les observations microscopiques montrent, en outre, la possibilité d'apprécier l'importance dynamique des charriages et de nous représenter leur durée.

La feuille *189 : Briançon*, au S de Mont-Genèvre, indique du J^5 (nappe des Schistes Lustrés) et du **e** (zone du Briançonnais) entre le massif de « roches vertes » du Chenaillet et les radiolarites rouges du Roc de la Perdrix en direction du Gondran. A la limite de ces deux formations (à *G* de « Cime du Gondran »), un pâturage masque, presque en totalité, la surface ondulée d'un calcaire, non individualisé sur la carte ; vers l'E, ce dernier continue à travers **A** jusqu'aux roches vertes altérées ($\varepsilon\theta\sigma$) qui entourent le filon de syénite-aplite, figuré sur le 1/80.000[e] géologique. Le calcaire apparaît, en plusieurs petites croupes (2 à 5 m. de diamètre), au-dessus de la prairie ; la roche, de couleur gris foncé, à cassure un peu spathique, sans albites [2] ni fossiles, constitue un banc massif. A l'œil nu, de petits débris calcaires, de forme ovale étirée, longs de 1 à 2 mm., enserrés dans un réseau brun de fer oxydé qui ressort sur les surfaces érodées de la roche, font penser à des organismes possibles [3] ; cette apparence n'est qu'une illusion due à 2 causes : *1°* Le calcaire a subi des froissements et des écrasements dynamiques, particulièrement nets dans les affleurements avoisinant le filon de syénite-aplite. — *2°* Tous les ovoïdes plus ou moins étirés correspondent à d'anciens vides, d'origine tectonique, comblés pos-

1. Note présentée à la séance du 20 mai 1935.
2. Ch. Pussenot. *C.R. S.S.G.F*, 20 mai 1935, p. 114.
3. Raison pour laquelle j'ai récolté ces échantillons.

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

térieurement par des cristallisations en calcite dont l'architecture curieuse va être étudiée en détail.

Au microscope, le calcaire se décompose en 2 parties distinctes, visibles sur les microphotographies (pl. XVIII) :

I. — Le calcaire (*cé*) très fin est constitué par les microgranules d'un calcaire préexistant et par de petites plages d'aspect presque cryptocristallin. Ces plages résultent de l'écrasement, poussé au maximum, d'une partie des microgranules précédents au milieu de matières argileuses contenant de microscopiques aiguilles de sagénite [1] ; par endroits, une surcharge de silice s'individualise en quartz minuscules. Le voisinage du filon de syénite-aplite n'a déterminé dans la roche aucun métamorphisme de contact. L'identification de ce calcaire est délicate : l'absence de phyllites [2] élimine tout rapprochement avec les Marbres phylliteux ou avec les Marbres en plaquettes. L'écrasement de ce calcaire masque les caractères de la roche primitive ; il ne présente pas d'analogie avec les calcaires **J**^{5} associés aux radiolarites, ni avec le Flysch calcaire. Correspond-il à l'un des calcaires englobés sous la notation (**J1**) de la nappe briançonnaise ? Il aurait ainsi l'avantage de venir compléter [3] la série lithologique de cette zone tectonique entre le Chenaillet et le Gondran ; mais, je ne saurais dire s'il se rattache au Dogger de la chaîne Janus-Béal Traversier, qui, d'après M. Raguin, paraît comprendre du Lias indistinguable. Ce dernier, représenté par des calcaires en plaquettes, contient çà et là des bancs compacts qui sont « en moyenne plus gris que le Dogger. »

II. — La seconde partie des calcaires, d'origine essentiellement secondaire, occupe dans les lames minces, une surface prépondérante par rapport aux restes du 1er calcaire très écrasé, proportionnellement peu importants. Elle est surtout représentée par de très nombreux corps généralement ovoïdes ou polyédriques (diam. transversal 1 mm.), réalisant des édifices compliqués (*é*) en calcite lamellaire :

1) Les lamelles sont formées de calcite assez pure, parfois clivée, en plages secondaires contenant des microlites de calcite granulaire qui conservent chacun son orientation optique. — *2*) Chaque lamelle de calcite correspond, soit à une plage unique, soit à plusieurs petites plages irrégulières : ces dernières sont parfois imbriquées. — *3*) La forme générale des lamelles est irrégulière. Les sections transversales varient ;

1. L'identification de cette variété de rutile en aiguilles microscopiques m'a été suggérée par M. E. Raguin ; je l'en remercie.

2. E. Raguin. Haute-Tarentaise et Haute-Maurienne (Alpes de Savoie). *Mém. Serv. Carte géol. dét. Fr.*, 1930, p. 22. Dans les Marbres phylliteux, « quand les phyllites manquent la sagénite n'existe pas. Cette forme de rutile, banale dans les schistes argileux non métamorphiques, résulte sans doute de la diagenèse au sein d'un sédiment contenant des éléments détritiques, biotite en particulier. »

3. E. Raguin. *Bull. Serv. Carte Géol. Fr.*, n° 179, XXXIV, *C. R. collab. camp. 1930*, p. 189 (7) et coupe II.

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

les mieux conservés sont des rhombes. Les longueurs de ces languettes restent différentes ; plutôt étroites, elles présentent une allure onduleuse ou arquée, non rectiligne. Elles dépassent inégalement l'extérieur des édifices calciteux par une extrémité arrondie, ou anguleuse, ou pointue, ou parfois bifurquée, mais ces inégalités, fort petites, ne modifient pas l'aspect général de la surface extérieure de ces corps ; ceux-ci conservent une morphologie, bien qu'irrégulière, grossièrement ovoïde plus ou moins polyédrique. — *4*) Les édifices se montrent constitués par de longs cristaux lamellaires, groupés et empilés subparallèlement à une face rhomboédrique plane, qui paraît correspondre à e^1 ou e^3. — L'existence de clivages obliques sur l'axe vertical de ces rhomboèdres en calcite élimine l'aragonite. — *5*) En lumière blanche, (à fort grossissement dans les préparations très minces), les lamelles à extinction oblique sont plus troubles que celles à extinction verticale ; cependant, la limpidité de ces dernières est relative, puisque toutes contiennent aussi une certaine proportion de microlites calciteux. Cette répartition anormale s'explique, d'après les recherches de M.P. Gaubert [1], par le fait qu'un cristal en formation ne concentre pas les mêmes quantités d'impuretés étrangères sur ses différentes faces. — *6*) Les lamelles de calcite, empilées les unes sur les autres, se terminent brusquement dans la région centrale des édifices par des sections à biseau court coupées presque verticalement. La superposition de ces biseaux dessine une ligne anguleuse et très irrégulière qui correspond à l'axe de l'édifice que j'appellerai axe lamellaire (*al*). Cette ligne ne peut être confondue avec le canal central, la columelle ou l'axe médian d'un organisme. — *7*) De part et d'autre de cet axe, les bandelettes calciteuses ne sont jamais de longueurs égales : très allongées d'un côté, elles sont courtes de l'autre ; l'axe lamellaire se trouve ainsi déporté latéralement par rapport au centre : l'édifice est dissymétrique, et l'axe lamellaire peut ne pas coïncider avec l'axe géométrique central de cet édifice. — *8*) Par contre, les sections transversales à travers les édifices mettent en évidence deux dispositions architecturales : *a* Les lamelles, normales à l'axe lamellaire, rayonnent autour de cet axe. — *b* Moins fréquemment, les corps ovoïdes paraissent divisés en deux parties non symétriques par un plan transversal à surface irrégulière, formé par la superposition des biseaux des lamelles implantées perpendiculairement sur lui ; dans chacune de ces parties, aux plus longues bandelettes de la région médiane succèdent parallèlement, de part et d'autre et jusqu'aux extrémités opposées de la section, des lamelles de plus en plus courtes. — *9*) Ces deux types d'édifices, à axe lamellaire ou à plan médian, correspondent aux corps ovoïdes les plus compliqués ; ils sembleut à première vue, dans les lames minces, relativement peu abondants en comparaison d'autres groupements : des séries de lamelles accolées plus ou moins allongées, sans axe lamellaire ou sans plan médian (sections tangentielles des édifices précédents) ; des associations de lamelles courtes et coupées oblique-

1. Voir p. 407, note 1.

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

ment (sections très obliques des mêmes édifices) ; des réunions de sections polygonales pour les coupes transversales aux languettes. Enfin, il est possible que certains groupes de lamelles n'aient pas été régulièrement ordonnancés en édifices ; on remarque en effet, dans plusieurs points des préparations, des séries isolées de bandelettes[1], assez incurvées, parfois même ployées à angle droit, qui paraissent indépendantes : mais de toute évidence, la proportion des édifices axés ou à plan médian domine ces dernières exceptions. Par contre, quoique beaucoup de ces édifices présentent une position sensiblement horizontale, souvent axée d'E en W, leurs inclinaisons axiales sont un peu différentes les unes par rapport aux autres. — *10*) Dans aucun des corps envisagés, on n'observe les traces d'un réseau, de pores ou de canaux. Comme je viens de le dire, l'axe lamellaire ne peut être confondu avec le pilier central ou avec le canal d'un fossile. La morphologie individuelle des lamelles, pas plus que l'architecture intime de ces corps, n'apportent d'arguments en faveur d'une origine organique. — *11*) Quelle que soit la forme des édifices lamellaires, il existe à leur périphérie une zone irrégulière et peu large. Celle-ci est toujours constituée par un fond de microgranules (*m* de la planche) en calcite concrétionnée, sans plages de calcite secondaire, mais avec rares particules du premier calcaire écrasé, disséminées irrégulièrement au milieu de cette masse. A la limite extérieure des édifices, cette zone est bordée contre le calcaire écrasé, par un liseré (*l*), mince ou boursouflé d'allure capricieuse stylolitique, formé par la concentration de matières argileuses amorphes et d'impuretés brun-noirâtre, à peine chargées d'oxyde de fer [2]. Ces lignes brunâtres, par oxydation, se voient fort bien, à l'œil nu, en surface des affleurements érodés de la roche en place, sur lesquels elles dessinent un réseau de mailles ferrugineuses. Ces lignes brunes ont été influencées, au moins à deux reprises, par le jeu des fractures tectoniques.

On reconstitue aisément 4 phases tectoniques principales dans le calcaire du Chenaillet :

1re phase. — Un calcaire gris foncé, d'âge non précisé, appartenant vraisemblablement à la zone briançonnaise, est finement écrasé par un premier charriage.

2e phase. — A la suite d'un effort tangentiel très brutal, ce calcaire écrasé subit, au même moment, 2 compressions de directions obliques, et non perpendiculaires l'une sur l'autre : la roche se débita en une série de compartiments qui rappellent de loin

1. Plusieurs groupements rappelent la disposition en festons des calcites lamellaires, rencontrées dans la fausse algue *Microcodium* (P. Jodot. *CR. S. S. G. F.*, 18 février 19 5, p. 51)

2. La proportion d'oxyde de fer paraît beaucoup plus faible dans les lames minces qu'en surface des affleurements : le fer oxydé a dû, à la suite de l'érosion de la roche en place, s'y concentrer postérieurement, car il n'a certainement pas été puisé à une autre source.

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

l'aspect d'un damier à cases irrégulières et d'inégales dimensions, car un grand nombre de celles-ci communiquent largement entre elles (pl. XVIII, fig. 1). Le remplissage de ces cases s'est opéré, pour ainsi dire, en même temps et de diverses manières (chacune désignée ci-dessous par une lettre) :

A) Le bâti discontinu des cases est mal dessiné par de rares morceaux plus ou moins quadrangulaires (diam. max. 1 mm.) du 1er calcaire écrasé (*cé*), ainsi que par d'autres fragments plus petits de forme très irrégulière; tous ces débris restèrent localisés entre les cases, dans des conditions telles que leur pétrographie ne fut pas modifiée ultérieurement.

B) A l'intérieur des cases, la calcite lamellaire qui représente au total près des 3/4 de la surface des préparations, cristallise en plages allongées et néoformées, tout en empruntant à la zone périphérique quelques granules microlitiques (*m*) en calcite concrétionnée : les lamelles se groupent en édifices complexes, tandis que de rares groupements de languettes, peu ou mal ordonnancées, se localisent en quelques points.

C) Le comblement des cases se complique, quand 2 ou 3 édifices lamellaires cristallisent dans une seule case : — *a*) L'orientation axiale de chacun de ces édifices conserve sa direction, presque horizontale. — *b*) Entre nicols croisés, l'extinction des lamelles de l'un de ces édifices est parfois la même dans les bandelettes correspondantes et contiguës de l'édifice voisin (pl. XVIII, fig. 2^a et 2^b, en bas et au milieu *ov*). On peut voir aussi les lamelles calciteuses d'un édifice pénétrant partiellement, à tenons et mortaises, dans le second édifice : l'identité d'orientation optique de ces lamelles prouve que ces édifices se sont formés au même moment et dans des conditions identiques.

D) Une zone de microgranules (*m*) en calcite concrétionnée prend sa place en limite des cases à la périphérie des édifices lamellaires. Quand plusieurs de ces derniers existent dans une case unique, la même zone n'est plus représentée entre ces édifices que par un trait irrégulier d'impuretés.

3e phase. — Le calcaire casse à la suite de paroxysmes pesants : la roche, y compris les édifices lamellaires, est sectionnée par de longues cassures (*fq*), larges de 1 mm. maximum de diamètre. Chacune est comblée latéralement par de la calcite secondaire et dans sa partie centrale par des quartz cristallisés [1].

1. D'autres petits quartz secondaires cristallisèrent dans les zones microgranulaires (§ *D*, p. 403), et exceptionnellement dans les calcites lamellaires. Cette seconde génération de quartz paraît différente de la première (localisée dans les calcaires écrasés n° 1).

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

4e phase. — De nouveau, le calcaire se fracture ; mais les fissures (*f*), plus étroites et obliques par rapport aux précédentes, sont remplies uniquement par de la calcite secondaire. Comme les dimensions des cristaux et la proportion des impuretés dans les calcites de ces remplissages (*3e* et *4e phases*) diffèrent peu, il est permis de penser à 2 cristallisations très rapprochées. Cette dernière phase tectonique est particulièrement bien enregistrée dans les affleurements très laminés, presque feuilletés, les plus proches du filon de syénite-aplite.

5e phase. — On met en évidence principalement dans les affleurements avoisinant ce filon, que de nouvelles pressions tangentielles ébranlèrent la roche pour la dernière fois. Ces pressions furent surtout pesantes, car les éléments, brisés en tous sens, restent en connexion : les quartz se craquèlent, ainsi que les édifices calciteux ; un certain nombre de lamelles sont décollées les unes des autres ; et, dans tous ces fendillements, la matière impure brune s'infiltre.

Nota. — C'est vraisemblement pendant l'une de ces dernières phases [1] que se produisirent les déformations singulières, et toujours localisées, de certaines lamelles : 1° Dans un petit nombre d'édifices privilégiés, l'extrémité de quelques bandelettes, parfois d'un groupe de lamelles, s'incurve à l'extrémité. Les parties déformées tendent à présenter des extinctions roulantes, mais ces particularités n'affectent pas le corps principal des mêmes lamelles, resté enchassé dans l'édifice calciteux. Ces extinctions roulantes s'opposent aux extinctions normales des autres édifices. On a l'impression que ces incurvations se produisirent à la suite d'un mouvement de torsion, évidemment à son extrême début, pendant lequel les lamelles tendirent à se tordre en hélice ; mais comme le mouvement giratoire resta peu important, aucun des édifices affectés ne put acquérir la forme hélicoïdale intégrale [2]. — 2° En d'autres points des lames minces, on observe des groupements isolés de lamelles fortement courbées, dont les extinctions ne sont pas nettes ; il est difficile de savoir si ces

1. J'ai eu beau multiplier les lames minces, je ne suis pas arrivé à me rendre compte à quel moment exact ces déformations se sont produites. Je n'ai pas l'impression qu'elles ont précédé la cristallisation des quartz secondaires (*3e phase tectonique*) ; il semble plus vraisemblable qu'elles se formèrent entre l'apparition des quartz et leur craquèlement (*5e phase*).

2. Ces déformations n'ont rien de commun avec les sphérolites ou « édifices hélicoïdaux » de M. F. Wallerant (Sur les enroulements hélicoïdaux dans les corps cristallisés. *Bull. Soc. fr. de Minér.*, XXX, 1907, p. 43), de M. P. Gaubert (Sur les édifices hélicoïdaux. *CR. Ac. Sc.*, t. 153, 9 oct. 1911, p. 683), etc...

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

dernières déformations datent de la cristallisation des lamelles, ou si elles sont comtemporaines des mouvements de torsion des édifices précédents.

En résumé, le calcaire du Chenaillet subit 5 répercussions dynamiques successives, d'importance et d'intensité variables ; il a enregistré leurs effets sous forme de générations calciteuses secondaires très différentes. Si le calcaire appartient, comme je le suppose, à la nappe du Briançonnais, ces 5 phases tectoniques se sont effectuées pendant le charriage de la nappe briançonnaise ou durant celui des Schistes Lustrés ; malheureusement, les données complémentaires manquent pour établir une corrélation certaine entre les observations microscopiques et les différents stades tectoniques de la progression de ces nappes ; il reste à préciser : *1°* à quel moment le calcaire primitif fut écrasé[1] ; — *2°* à quelle phase tectonique se produisit la principale avance des Schistes Lustrés. — *3°* Le compartimentage du calcaire s'est-il effectué lors de la mise en place de cette nappe ? ou bien, fut-il antérieur ou postérieur à cette principale avance ?

Faute de pouvoir, actuellement, mettre en évidence ces faits, je poursuivrai mes observations dans une autre direction.

Origine du carbonate de chaux secondaire.

Il est bien évident que les calcites microgranulaires et lamellaires qui comblent les cases du damier, sont contemporaines de la 2e phase tectonique ; mais le carbonate de chaux qui leur a donné naissance vient-il de l'extérieur ou fut-il emprunté au calcaire du Chenaillet lui-même ?

1° Puisqu'au moment de la 2e phase, les Roches Vertes reposaient directement au-dessus du calcaire, on peut songer à chercher de ce côté l'origine du carbonate de chaux : en effet, le calcaire s'enfonce sous les Roches Vertes en un point où ces dernières sont toutes altérées ($\varepsilon\theta\sigma$) ; dans ces conditions, l'altération sur place de leurs feldspaths basiques aurait pu engendrer de la calcite secondaire. Mais il est peu probable qu'il en soit ainsi, car on devrait rencontrer associés à cette calcite les éléments des autres minéraux décomposés des Roches Vertes, et tout particulièrement des sidérites provenant de la décomposition des pyrites ; or, la calcite lamellaire n'est jamais ferrugineuse. L'origine *externe* du carbonate de chaux n'est donc pas vraisemblable.

2° Le carbonate de chaux secondaire provient sans doute du calcaire du Chenaillet lui-même ; il s'est rassemblé dans les cases après le compartimentage tectonique ; il a 2 origines : a) Dans la zone périphé-

1. Le calcaire n° 1 n'aurait-t-il pas été écrasé par l'arrivée des Schistes Lustrés ?

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

rique des cases, *le carbonate de chaux des microgranules concrétionnés* paraît bien avoir été emprunté au calcaire primitif, dont les impuretés, ou bien se massèrent sur place en un filonnet irrégulier à la limite des calcaires écrasés n° 1 et des concrétions calciteuses (p. 402), ou bien formèrent les traits filiformes (§ *D*, p. 403) entre les édifices groupés dans une même case. — *b*) La calcite lamellaire n'a pas tiré directement son carbonate de chaux des mêmes calcaires n° 1, car pour parvenir aux édifices centraux des cases, ce minéral, devant traverser la zone microgranulaire périphérique, au sein de laquelle il aurait dû normalement être arrêté en partie dans sa progression, aurait cristallisé ; aussi devrait-on y observer les traces de petites plages calciteuses de pureté analogue à celle des plages lamellaires : ce qui n'est pas. D'autre part, comme la calcite des lamelles est aussi pure que celle des microgranules périphériques des cases, le *carbonate de chaux des lamelles* a très probablement été puisé dans ces calcites microgranulaires ; et cela d'autant plus aisément que ces dernières, étant de formation secondaire, se trouvent être plus facilement solubles que les particules du calcaire écrasé.

En résumé, c'est la matière carbonatée du calcaire primitif qui a fourni la totalité du carbonate de chaux réutilisé successivement dans les deux formes de calcite secondaire (microgranules périphériques et lamelles des édifices). Les restes du calcaire écrasé n° 1 sont proportionnellement peu importants dans les lames minces, par rapport à la surface occupée par les deux calcites, concrétionnée et lamellaire, pour cette seule raison.

Causes qui ont pu influencer la cristallisation du carbonate de chaux en calcite lamellaire.

Il peut être intéressant de chercher les raisons qui forcèrent la calcite à cristalliser en édifices lamellaires. Deux renseignements viennent guider une interprétation :

1° La calcite lamellaire est mentionnée dans les traités de minéralogie parmi les recristallisations de ce minéral : cette forme cristalline serait due à son *origine secondaire*.

2° Si le cristal d'une substance déterminée doit toujours cristalliser avec le même faciès, en donnant des cristaux identiques, ou du moins qui présentent une « forme dominante », par contre, diverses influences modifient la forme primitive du minéral par suite d'un arrangement nouveau de ses particules, notamment l'introduction dans le cristal de *matières étrangères*. Ex. : Les cristaux impurs de galène sont en octaèdres, ceux de pyrite en cubes, tandis que les formes pures cristallisent en octaèdres pour la pyrite et en cubes pour la galène [1].

1. P. Gaubert. *CR. Ac. Sc.*, t. 182, 1926, p. 143.

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

Mais la présence seule de substances étrangères ne suffit pas à provoquer ces modifications, il faut que certaines conditions soient remplies. Les recherches expérimentales de M. P. Gaubert [1] sur le faciès des cristaux *artificiels* sont particulièrement instructives à ce point de vue. Ce savant étudie l'influence des substances étrangères en ajoutant des matières colorantes à l'eau-mère de cristallisation ; il obtient plusieurs résultats : *1er cas* : Le cristal formé dans une solution colorée ne prend pas la substance colorante, de telle sorte qu'il est plus pur que son eau-mère. — *2e cas* : Si des inclusions d'eau-mère se produisent dans le cristal, le faciès de ce dernier n'est pas modifié par ses inclusions. — *3e cas* : Mais si la matière colorante *passe régulièrement* dans le cristal *en voie de formation* et le colore, les « formes dominantes » changent. Il faut « parfois très peu de substance adsorbée pour modifier la forme fondamentale » : *la matière colorante, en se déposant de préférence dans certaines mailles du réseau, provoque la formation de certaines faces et des faces qui leur sont parallèles ; celles-ci orientent la forme cristalline du nouveau cristal.*

Grâce à la présence de substances étrangères, on peut mettre « en évidence la *symétrie* du cristal par suite de la production de facettes, de stries, etc. », « augmenter ou diminuer la *taille* des cristaux », « favoriser la formation des *macles* », etc. D'autre part, deux modes d'adsorption de la matière étrangère par les cristaux sont possibles : *1°* dans les *solutions solides*, la substance étrangère perd toutes les propriétés qu'elle possède à l'état cristallin, absolument comme si elle était dissoute dans un liquide ordinaire ; — *2°* dans les *cristaux mixtes*, la matière étrangère, même en très faible quantité, conserve toutes les propriétés qu'elle montre à l'état cristallin : les cristaux mixtes correspondent à un groupement de cristaux d'espèces différentes.

Comme suite aux recherches précédentes, notons seulement les conclusions de M. H. Vater [2] et celles de MM. V. Kohlschutter et C. Egg sur les carbonates de chaux artificiels, suivant lesquelles : « on peut admettre que les cristaux de calcite, qui purs sont en rhomboèdres primitifs, doivent leurs divers faciès : rhomboèdres e^1, e^3, b^1, prismes hexagonaux, scalénoèdres, etc., à la présence de matières étrangères. »

1. Je ne peux résumer les nombreux résultats obtenus par M. P. Gaubert, disséminés dans *Bull. Soc. fr. Minér.* et *CR. Ac. Sc.*, depuis 1894 ; on lira avec intérêt les mises au point suivantes :

Recherches récentes sur le faciès des cristaux. Conférence faite le 25. 1. 1911. *Publications de la Soc. de Chimie-Physique*, Paris, A. Hermann et fils, 1911, 32 pp., 2 pl.

Les modifications du faciès des cristaux. *Rev. Génér. des Sc.*, Paris, 1926, p. 357-366.

Notice sur les trav. scient. de M. P. Gaubert, Sens, 1927, 103 pp.

2. D'après M. H. Vater, les sulfates de calcium, de potassium et de sodium, utilisés comme substances étrangères, agissent sur les formes de la calcite produite dans une solution de bicarbonate de sodium, mais il faut qu'ils se trouvent en quantité suffisante. Pour les 3 sulfates, la quantité est la même : de 0,00025 à 0.0005 (poids mol. gramme).

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

Après ce résumé de cristallogenèse expérimentale sur le faciès des cristaux artificiels, j'indiquerai des faits analogues, dus aux mêmes causes, observés par M. P. Gaubert sur les cristaux *naturels* : les minéraux sont modifiés, non seulement dans leur faciès cristallin, mais aussi dans certaines des propriétés physiques que ces cristaux acquièrent : *a*) « La présence de petites quantités de matières étrangères permet d'expliquer la *constance du faciès* des cristaux dans le même gisement ». — *b*) « De même, l'expérience montrant que certaines *macles* peuvent être obtenues par l'addition à l'eau-mère de substances modifiant le faciès du cristal (artificiel), on est amené à admettre qu'il peut en être ainsi pour les minéraux naturels (macle des cristaux de pyrite dite croix de fer, macle par pénétration dans les cristaux de fluorine) ». — *c*) « La *coloration* des cristaux naturels donne quelquefois des indications. Ainsi les cristaux bleus de corindon (saphyr) n'ont pas habituellement la *forme* des cristaux rouges (rubis) ». — *d*) « Les matières étrangères peuvent se révéler par certaines *propriétés* qu'elles communiquent au cristal : les cristaux cubiques de galène sont en général de mauvais détecteurs... ; au contraire, les cristaux octaèdriques sont de bons détecteurs... Pour la pyrite, c'est le contraire ».

Essai de reconstitution des phénomènes dans le calcaire du Chenaillet pendant les cristallisations de la calcite.

Puisque la présence de matières étrangères modifie aussi bien le faciès des cristaux artificiels que celui des minéraux, on peut utiliser ces renseignements pour interprêter les cristallisations du calcaire du Chenaillet.

Avant de reconstituer l'ordre probable des phénomènes, admettons par hypothèse, que les microlites de calcite concrétionnée, actuellement localisés à la périphérie des cases d'origine tectonique, ou restés enchassés dans les plages de calcite lamellaire, agirent à la façon des matières étrangères sur le faciès des calcites secondaires en voie de formation[1].

1. Dans cette hypothèse, j'indique uniquement les microgranules de calcite concrétionnée, comme agents étrangers ayant activé la calcite en formation : eux seuls sont identifiables dans les calcites lamellaires. Par contre, pour la zone périphérique des cases, les particules du calcaire écrasé n° 1 avec leurs impuretés ont, peut-être, influencé directement la cristallisation des calcites concrétionnées microgranulaires : comme il paraît bien délicat de définir le rôle de chacun, je crois préférable, pour ne pas compliquer sans raisons certaines ce problème actuellement insoluble, de supposer provisoirement que les microgranules de calcite concrétionnée ont agi dans les 2 cas ; il serait toutefois plus logique de penser, à la suite des constatations des cristallographes, que ce n'est pas la calcite concrétionnée, qui agit sur le faciès des cristaux, mais plutôt les impuretés contenues dans les microlites de cette calcite.

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

I. — Au début de la 2e phase tectonique, le calcaire écrasé n° 1 se compartimente ; les vestiges de cette roche brisée constituent l'ossature des cases. Une solution de carbonate de chaux, formée aux dépens de ce calcaire encaissant commence à se concrétionner dans les vides, en granules microlitiques ; de rares particules du 1er calcaire écrasé sont entraînées au milieu de ces microlites. Bientôt, une autre cristallisation (calcite lamellaire) succède à ce concrétionnement. (Une telle modification cristalline s'explique, si tous les éléments, concentrés dans le circuit fermé des cases, subissent à ce moment des conditions physico-chimiques nouvelles : pressions, déplacement d'ions, etc., qui, à leur tour, influencent la cristallogenèse). Le carbonate de chaux, emprunté maintenant aux microgranules de calcite limitrophes des cases, continue à affluer au centre de ces dernières ; il repousse à leur périphérie la masse des concrétions microgranulaires, mais quelques-unes restent éparses dans la cavité médiane ; comme conséquence, certains de ces microgranules influencent la forme des lamelles, les autres l'architecture des édifices en calcite. Voyons comment : *1°* Par adsorption à la manière des substances étrangères, et sans qu'aucun changement apparent s'opère dans les particules cristallines, les microlites calciteux, emprisonnés dans le carbonate de chaux au centre des cases, favorisent une modification profonde dans le réseau du carbonate de chaux qui tend à cristalliser ; leur présence provoque la formation des plages calciteuses rhomboédriques, grâce à un arrangement nouveau des particules en cristaux mixtes ; et comme les microlites se concentrent en proportion variable suivant les faces du rhomboèdre, ils imposent à ces cristaux leur forme cristalline lamellaire plane. — *2°* Pendant que les lamelles se forment individuellement, la masse la plus importante des microgranules, localisée contre les parois des cases, agit de son côté sur l'architecture des édifices calciteux : *A*) Les lamelles en s'implantant normalement à l'axe des édifices, déterminent l'axe lamellaire. Elles se trouvent ainsi disposées d'une façon analogue aux fibres, en calcite secondaire, à structure rayonnante, des stalactites qui cristallisent perpendiculairement à l'allongement du pendentif calcaire sous l'influence de la pesanteur : de ce rapprochement, on est conduit à se demander : *a*) si l'axe lamellaire d'un grand grand nombre d'édifices, orienté horizontalement dans le gisement, n'a pas été influencé directement par la *poussée dynamique* de direction E-W, remplaçant ici la pesanteur du cas précédent ; — *b*) si la forme générale extérieure de l'édifice, allongé et quasi ovoïde, n'a pas été imposée également par la

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

même cause. — *B*) De son côté, la zone microgranulaire, qui tapisse les cases, arrête le développement excessif de la longueur des lamelles ; elle conditionne, suivant la forme des cases, la morphologie extérieure de l'édifice en polyèdre plus ou moins ovoïde, et limite son allongement. — *C*) Dans l'architecture interne des édifices les plus compliqués, la dissymétrie des groupements de lamelles, de même que le dessin irrégulier de la ligne axiale ou du plan médian lamellaire résultent, peut-être, de la *répercussion des vibrations et des frémissements, consécutifs aux ébranlements du charriage.*

Pour que les microgranules et les lamelles en calcite cristallisent à l'intérieur des cases durant la 2e phase tectonique, chacun suivant une forme cristalline définie, il fallut : *a*) que les deux séries de phénomènes physico-chimiques, d'actions différentes, qui influencèrent directement les particules de carbonate de chaux, aient continué à se manifester, sans modifications, durant un espace de temps, suffisamment long, correspondant à la cristallisation de ces formes de calcite ; — *b*) que la poussée tectonique se soit prolongée assez longtemps, si c'est elle qui fut la cause effective du dessin irrégulier de la ligne axiale ou du plan médian des édifices. Mais la calcite demande logiquement un certain temps pour se solidifier, aussi la cristallisation de ces deux calcites permet d'entrevoir la durée d'une partie de la 2e phase tectonique, et par suite d'apprécier l'espace de temps, qui s'est écoulé durant cette même phase tectonique.

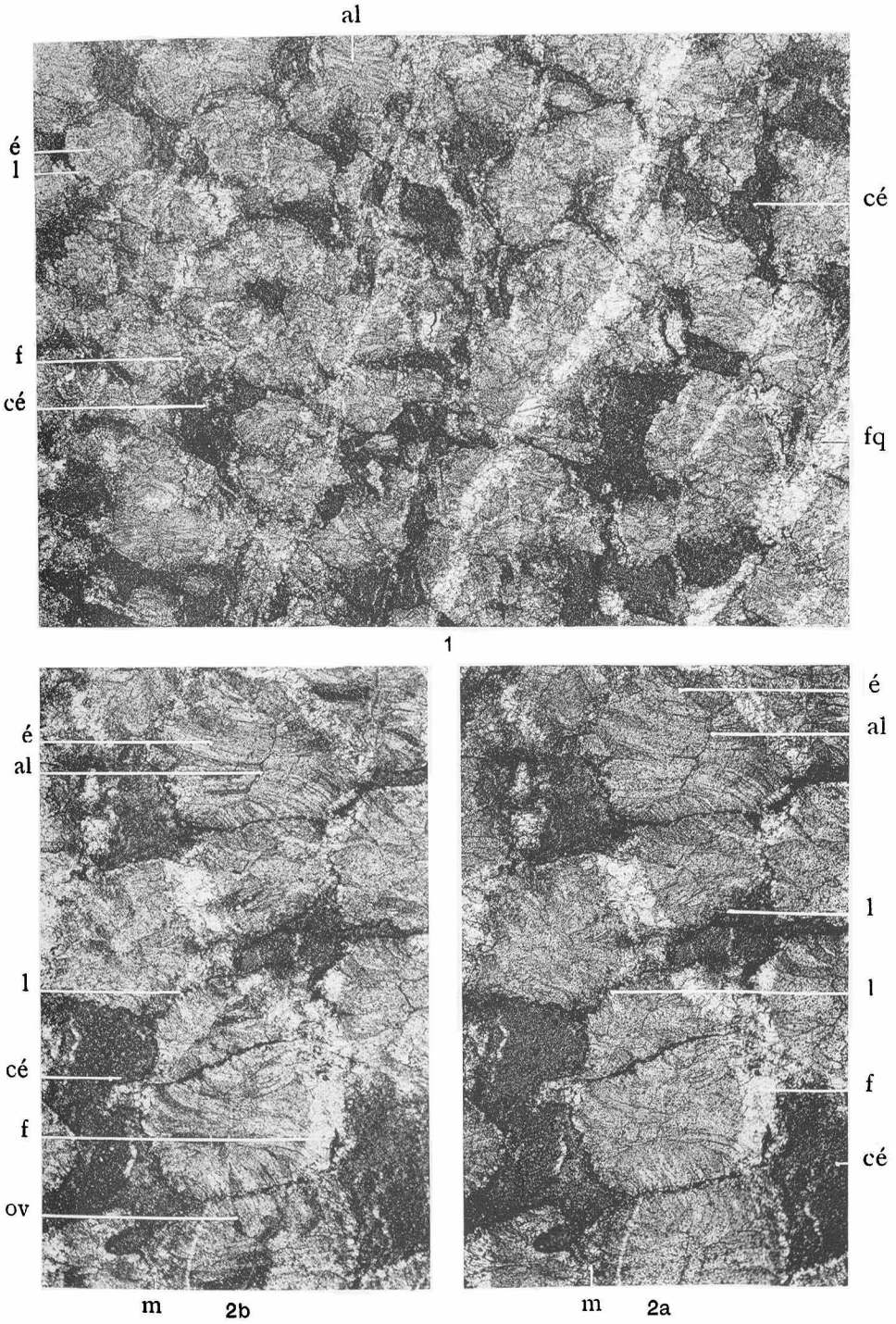
II. — Ultérieurement, le calcaire fut affecté de façons différentes pendant les 3e, 4e et 5e phases tectoniques. On peut penser que c'est vraisemblablement durant l'une des dernières phases que se produisirent les déformations hélicoïdales si singulières, à la suite d'un phénomène de torsion du calcaire.

L'analyse pétrographique et microtectonique des autres roches de la région du Chenaillet et du Gondran viendront compléter utilement les observations précédentes. Les nouveaux renseignements devont préciser la répartition exacte des cinq phases tectoniques entre la nappe du Briançonnais et celle des Schistes Lustrés, et vérifier si ces mêmes charriages ne comportent pas un plus grand nombre de stades complémentaires.

Comme conséquence, ces futures recherches[1] seraient suscep-

1. Ces recherches, si délicates soient-elles, semblent possibles. Par exemple, opérant sur l'une des nappes alpines, on partirait des régions les moins chaotiques des zones les plus externes. Il serait indispensable de faire un choix

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



Clichés Henri Ragot, Paris

Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

DE PARIS
SORBONNE

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

tibles de fournir des données nouvelles : les unes permettraient de reconstituer l'importance relative des *phases successives dans chaque unité tectonique*, les autres, d'entrevoir le *mécanisme détaillé de la formation des nappes*. Enfin, l'utilisation de leurs cristallisations secondaires comme « chronomètre », procurerait le moyen de nous représenter le *temps qui s'est écoulé entre les différentes étapes du paroxysme*. En dernière analyse, ces renseignements, poussés dans le détail pour un grand nombre de nappes, permettraient. faute de mieux, d'acquérir une idée de la *durée totale des charriages alpins* depuis leur début jusqu'à leur fin, durée sur laquelle nous ne possédons que des éléments d'appréciation très précaires.

judicieux des échantillons à étudier ; ceux-ci seraient prélevés en plusieurs points de l'affleurement d'une même roche massive appartenant à une zone tectonique donnée ; d'autres prélèvements seraient effectués à des hauteurs diverses des ensembles stratigraphiques du même charriage : avec ces échantillons, on contrôlerait le nombre des principaux stades tectoniques de la progression du charriage, en éliminant les phases locales. On vérifierait ensuite jusque dans les zones internes, si le nombre de ces phases se modifie, etc...

EXPLICATION DE LA PLANCHE XVIII

FIG. 1. — Calcaire du Chenaillet, prélevé au milieu du pâturage, montrant le compartimentage de la roche en une sorte de damier irrégulier, formé de cases d'inégales dimensions, qui furent comblées postérieurement par les cristallisations de calcite lamellaire (× 10).

FIG. 2ª. — Détail d'une autre préparation, en lumière blanche (× 20).

FIG. 2ᵇ. — La même préparation, entre nicols croisés (× 20). Au milieu en bas, la calcite de même orientation optique, éteinte verticalement (*OV*), se continue dans les lamelles de deux édifices contigus.

Légende commune aux 3 figures.

L'orientation des axes lamellaires des édifices calciteux, dirigée approximativement d'E en W sur le terrain, concorde avec la direction de haut en bas, sur les microphotographies.

cé calcaire écrasé nº 1 (partie foncée sur les photos).
é édifice en calcite lamellaire.
al axe lamellaire des édifices calciteux.
m zone microgranulaire en calcite concrétionnée.
l liseré d'impuretés, d'allure stylolitique.
fq filonnet, comblé par de la calcite secondaire et du quartz néoformé.
f filonnet en calcite secondaire, oblique par rapport aux filonnets *fq*.

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

NOTE PRÉLIMINAIRE SUR LES VERTÉBRÉS FOSSILES DES PHOSPHATES DU MAROC

PAR **C. Arambourg**[1].

PLANCHES XIX et XX.

Cette note a simplement pour but d'exposer les premiers résultats auxquels m'a conduit la recherche systématique des Vertébrés des divers niveaux phosphatés du Maroc, dont à la demande de M. A. Beaugé, le regretté Directeur général de l'office chérifien des phosphates, j'ai entrepris l'étude paléontologique. Mes recherches ont porté, au cours de l'été 1934 sur la région des Ouled Abdoun (Plateau de Kourigha-Oued Zem) ainsi que sur celle des Ganntour (Centre de Louis Gentil)[2]; elles me permettent d'apporter dès maintenant quelques précisions sur la succession stratigraphique des formations phosphatées et sur la question encore un peu incertaine de leur âge. On sait, en effet, que pour la région des Ouled Abdoun, L. Gentil[3], par comparaison avec le bassin des Meskala (région de Mogador) conclut à l'âge surtout Maestrichtien et Danien des niveaux à phosphates. Plus tard, L. Joleaud les considère comme Montiens[4]; Savornin[5] en parallélise l'ensemble avec les niveaux phosphatés « Suessonniens » d'Algérie-Tunisie; Ch. Depéret et L. Russo[6] indiquent que le

1. Note présentée à la séance du 3 juin 1935.

2. Je suis heureux d'adresser ici mes bien vifs remerciements à M. Lenhardt, Directeur général de l'Office Chérifien des Phosphates du Maroc, à M. Lamielle, Ingénieur en chef, Directeur des Mines de Kourigha, et à ses collaborateurs : MM. les ingénieurs Dolisie, Vacherot, Schneider-Maunoury, ainsi qu'à MM. Dubois Directeur, et P. Lemoine, Ingénieur du Centre minier de Louis Gentil, pour leur aimable accueil et les facilités qu'ils ont bien voulu me procurer. Je remercie également M. Nougaret, Maître-mineur, qui m'a constamment accompagné sur le terrain et dont l'aide ainsi que les indications m'ont été des plus précieuses.

3. GENTIL L. Sur l'âge des Phosphates marocains. *CR. Ac. des Sc.*, t. 174, n° 1, 1922, p. 42.

4. JOLEAUD L. Les Phosphates du Maroc I. Stratigraphie et Pétrographie de la région des Ouled Abdoun (Maroc Central). *Bull. Soc. Géol. de France* (4), t. XXIII, p. 172, pl. VIII.

5. SAVORNIN J. Sur l'âge des phosphates marocains. *CR. Som. Soc. Géol. Fr.*, 20 février 1922, p. 46-48.

6. DEPÉRET Ch. et RUSSO P. Les Phosphates de Melgou (Maroc) et leur Faune de Mosasauriens et de Crocodiliens. *Bull. Soc. Géol. de France* (4), t. XXV, fasc. 4-5, p. 329, Pl. IX.

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

faisceau phosphaté de Oued Zem-Melgou débute avec le sommet du Campanien, se continue avec son maximum de richesse dans le Maestrichtien et le Danien pour se terminer à la partie tout à fait inférieure de l'Eocène, c'est-à-dire au Montien.

Enfin, pour la région des Ganntour, M. Marie [1], dans une note récente, se basant sur l'étude des Foraminifères conclut à l'âge entièrement Crétacé supérieur de la zone phosphatée de cette région.

Ces divergences peuvent, en partie, provenir des mélanges superficiels de faunes produits par le ruissellement qui désagrège les bancs de phosphates meubles d'âges différents, très riches en fossiles, et qui ne sont séparés entre eux que par de faibles épaisseurs de sédiments. J'ai pu constater à maintes reprises ces mélanges sur le terrain, et, afin d'éviter les confusions possibles, il n'a été tenu compte, dans les descriptions qui vont suivre, que des espèces recueillies en place dans chaque niveau préalablement décapé ou mis à jour dans les tranchées de recherche ou d'exploitation. Ces fossiles se rapportent en outre à un certain nombre de coupes-types où il a été possible d'observer directement la succession et la superposition des niveaux étudiés.

1° **Région des Ouled Abdoun.** Près du cimetière d'Oued Zem, sur le territoire du centre d'extraction André Delpit, le sommet d'un coteau entaillé en carrière offre de bas en haut la succession suivante (fig. 1 A) :

a) Grès jaunes sans fossiles, grumeleux au sommet, couronnant la série que mes prédécesseurs (L. Joleaud 1923, Depéret et Russo 1925) s'accordent à attribuer au Sénonien.

b) *Phosphate sableux* brunâtre avec intercalations de calcaires phosphatés, marneux au sommet. C'est la *Couche III* des mineurs. Épaisseur : 3 à 4 mètres.

c) Banc de grès marneux jaune et argile sans fossiles. Épaisseur : 1 mètre.

Calcaire phosphaté dur. Épaisseur : 2 m. 50.

d) *Phosphate sableux* gris. *Couche II.* Épaisseur : 1 m. 20.

e) Calcaire phosphaté avec silex. Épaisseur : 1 mètre.

f) *Phosphate sableux* blanc, riche. *Couche I.* Épaisseur : 2 m.
C'est la couche principale actuellement exploitée.

g) Marnes, calcaires avec ou sans silex, et calcaire phosphaté.

Ces divers niveaux sont concordants entre eux et avec les sédiments sous-jacents. Aucun indice *matériel* ne permet de penser

1. Marie P. Sur les microfaunes du Crétacé des Ganntour (Maroc occidental). *C. R. som. Soc. Géol. Fr.*, fasc. 7, 1er avril 1935, pp. 105-107.

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

que la sédimentation ait été interrompue en ce point depuis le substratum sénonien jusqu'au sommet du niveau *f*.

Le complexe marno-calcaire *g* couronne le coteau ; il contient en certains points des poches de sables phosphatés : c'est la *Couche O*. Plus à l'Ouest, dans la région de Bou-Jniba, la coupe se complète (fig. 1 B) : le complexe marno-calcaire *g* atteint une trentaine de mètres d'épaisseur et est recouvert par des calcaires siliceux à *Hemithersitea maroccana* (dalle à Thersitées des auteurs).

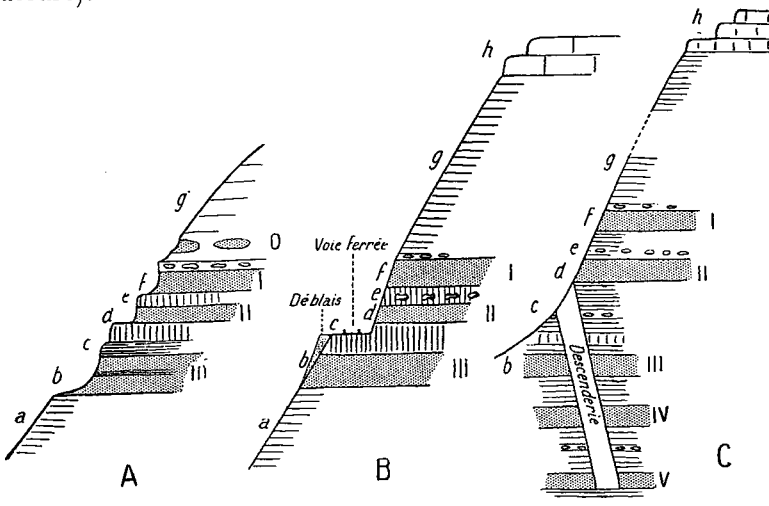


Fig. 1. — Trois coupes schématiques du Bassin des Ouled Abdoun :
A, près du Cimetière d'Oued Zem.
B, dans la région de Bou Jniba.
C, près d'El Borroudj.
Les lettres correspondent à celles qui sont employées dans le texte. O, I, II, III, IV, V, Couches de phosphates meubles.

Les débris de Vertébrés abondent dans tous les niveaux de phosphates meubles. La faune de la *Couche III*, extrêmement abondante, comprend : *Corax pristodontus* Ag., *Lamna biauriculata* Wann., *L. appendiculata* Ag., *Scapanorynchus subulatus* Ag., *Onchosaurus maroccanus* nov. sp.[1], *Ganopristis leptodon*, nov. gen., nov. sp., *Phacodus punctatus* Dixon, *Enchodus libycus* Quaas, *Ancistrodon libycus* Dames, *Leiodon anceps* Ow. et divers autres Reptiles. Le caractère crétacé supérieur de cette faune n'est pas douteux mais il est difficile de décider s'il s'agit du Maestrichtien ou du Danien.

La faune de la *Couche II* est entièrement différente et ne ren-

1. Voisin d'*O. pharao* Dames.

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

ferme aucun des éléments du niveau précédent. Elle comprend principalement : *Lamna obliqua* Ag., *Lamna Vincenti* Woodw., *Odontospis macrota* Ag. prémut. *striata* Winkl., *O. Winkleri* Ler., *Od. cuspidata* var *Hopei* Ag., *Ginglymostoma Blankenhorni* Strom., *Ging. africanum* Ler., *Scylliorhinus* af. *minutissimus* Winkl., *Squalus* (*Acanthias*) af. *minor*, *Physodon* af. *tertius* Winkl., *Squatina prima* Winkl., *Myliobatis Dixoni* Ag., *Trichiurus oshosunensis* White, *Phyllodus toliapicus* Ag., *Dyrosaurus phosphaticus* Thom. C'est un ensemble essentiellement éocène dont les éléments appartiennent aussi bien à l'Éocène inférieur qu'à l'Eocène moyen, à l'exception cependant de *Squalus* af. *minor* forme très voisine d'une espèce thanétienne de Belgique et *Ginglymostoma africanum*, rencontrée seulement dans le Montien de Landana (Congo Belge).

La *Couche I* renferme, à l'exception des deux dernières espèces citées, la même faune que la couche II, avec, en plus [1] : *Crocodilus* (*Mecistops*) sp., *Cylindracanthus rectus* Ag., *Xiphiorhynchus priscus* Ag., *Brychaetus Muelleri* Woodw., *Pristis* cf. *Lathami* Gal. Les trois dernières espèces ne sont connues dans l'Éocène, qu'à partir de l'Yprésien.

Enfin, la faune de la *Couche O* ne diffère pas de celle de la *Couche I*.

Il résulte donc de ces faits que les niveaux phosphatés O, I et II appartiennent par leur faune à l'Éocène, le niveau II représentant la base du système (Thanétien) ; les niveaux I et O, ainsi que le complexe marno-calcaire plus ou moins phosphaté du toit jusqu'à la dalle à Thersitées, l'Yprésien et l'Éocène moyen. Ces derniers sont par suite l'équivalent des niveaux phosphatés de l'Algéro-Tunisie dont les caractères fauniques mis en évidence par Priem [2] et par Leriche [3] sont identiques. La présence du Montien, que caractérise généralement un mélange de formes crétacées et éocènes, n'est pas indiquée paléontologiquement dans cette partie du Maroc, mais ce niveau pourrait être représenté stratigraphiquement par les couches *c* de grès jaune et de calcaire phosphaté [4].

1. Il faut ajouter à cette liste : *Eugaleus Beaugei* nov. sp., *Eugaleus minutissimus* nov. sp. ; la première de ces deux espèces abonde également dans la Couche II.

2. Priem F. Sur les Poissons fossiles des Phosphates d'Algérie et de Tunisie. *Bull. Soc. Géol. de France*, 4e sér., t. III, p, 397, 1903, p. XIII.

3. Leriche M. Contrib. à l'étude des Poiss. foss. du Nord de la France et des régions voisines. *Mém. de la Soc. Geol. du Nord*, t. V, n° 1, p. 397.

4. Depuis le dépôt de cette Note, une deuxième campagne de recherches effectuée en automne 1935 m'a permis de reconnaître effectivement, à ce niveau, la présence dans les calcaires, de poches de phosphate sableux contenant la faune de la couche A du bassin des Ganntour décrite plus loin et que j'attribue au Montien.

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

Vers le Sud-Ouest les mêmes niveaux phosphatés I, II et III avec ou sans couche O, se poursuivent avec leurs faunes respectives caractéristiques sous le plateau d'El Borroudj (fig. 1 C). Mais, au-dessous de la couche III qui repose sur un niveau d'argiles vertes et brunes de 2 à 3 mètres d'épaisseur, deux autres couches de phosphates sableux brunâtres, un peu fétides, se développent en profondeur, séparés par des niveaux argileux ; ils renferment une faune à *Corax pristodontus* et *Enchodus libycus* identique à celle de la couche III, et font ainsi encore partie du Sénonien.

2° Région des Ganntour.

La coupe suivante a pu être observée de bas en haut dans la tranchée de recherches de Dekakra près du Centre minier de Louis Gentil (fig. 2) :

1. Marnes sénoniennes.
2. *Sables jaunes phosphatés* très fossilifères vers le haut : *Corax pristodontus* Ag., *Corax falcatus* Ag., *Lamna biauriculata* Wan., *Scapanorhynchus subulatus* Ag., *Enchodus Libycus* Quaas, *Leidon anceps* Ow. J'appellerai ce niveau *Couche C*. Épaisseur : 3 mètres.
3. Argile brune, marnes à *Ostrea* et calcaire à *Baculites* cf. *anceps*. Ensemble : 2 mètres.
4. *Phosphate sableux*, un peu marneux, gris, à *Corax pristodontus*, *Lamna biauriculata*, *Enchodus libycus*, *Leiodon anceps*. Ce niveau constituera la *Couche B* : 3 mètres environ.
5. Marne blanche et banc de silex : 4 mètres.
6. *Phosphate sableux*, gris à nodules de calcaire phosphaté. C'est le niveau exploité à Louis Gentil. Je l'appellerai *Couche A*. Épaisseur : 2 m. 60.
7. Toit formé de calcaires fendillés à moules de bivalves au-dessus duquel se développe jusqu'au sommet du coteau sur une cinquantaine de mètres, un complexe de calcaires plus ou moins phosphatés, de marnes et de silex avec quelques minces lits de phosphates meubles. Par comparaison avec les coteaux environnants il est possible de voir que ce niveau peut atteindre plus de 80 m. au-dessus de la couche exploitée et se termine par une dalle calcaire à *Hemithersitea maroccana*.

La couche de phosphate exploitée, *Couche A*, renferme : *Scapanorhynchus subulatus* Ag., *Lamna appendiculata* Ag., *Odontaspis macrota* var. *striata* Winkl., *Lamna obliqua* Ag., *Ginglymostoma africanum* Ler. Cette faune, constituée d'un mélange d'espèces crétacées et éocènes se situe paléontologiquement, entre celles de la *Couche II* et de la *Couche III* des Ouled Abdoun.

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

Elle équivaut également, par sa composition, à celle du calcaire de Mons et des autres niveaux montiens du Bassin Franco-Belge et du Congo décrite par Leriche[1]. Le reste de l'Éocène serait représenté dans les Ganntour par le complexe marno-calcaire du toit et ne contiendrait pas de phosphates exploitables.

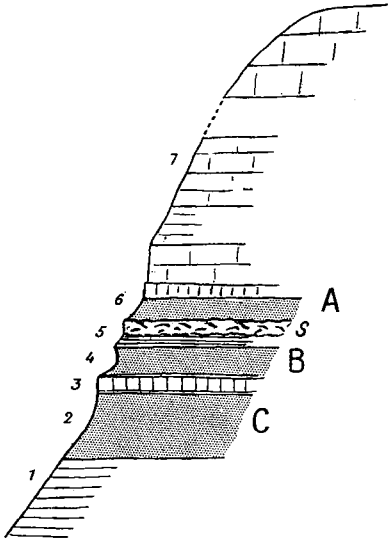


Fig. 2. — Coupe du Chabet Elforn, près de Louis Gentil (Région des Ganntour).
Les numéros correspondent à ceux indiqués dans le texte pour la Tranchée de Dékakra.
A, B, C, Couches de phosphates meubles. S, banc de silex formant le mur de la couche exploitée A.

La même coupe se retrouve sur la rive droite du Chabet Elforn, avec les mêmes niveaux phosphatés contenant leur faune caractéristique; mais ici, le banc de calcaire 3 à *Baculites* atteint deux mètres d'épaisseur et renferme une quantité prodigieuse de ces Céphalopodes associés à des débris de Téléostéens et des dents de *Corax pristodontus*. La présence dans les Ganntour de cette dalle à *Baculites*, intercalée dans les niveaux phosphatés, — et qui n'avait pas encore été, je crois, signalée dans cette région — ainsi que la présence de la couche A à faune montienne constitue un ensemble de faits très analogues à ceux qui s'observent dans le Bassin des Meskala[2] et qui ont été, pour la première fois, mis en lumière par L. Gentil[3].

En résumé, d'après leurs faunes de Vertébrés, les niveaux phosphatés des Ouled Abdoun comprennent : deux niveaux princi-

1. Leriche M. Poissons paléocènes de la Belgique. *Mém. du Musée Royal d'Histoire naturelle de Belgique*. T. II, 1902. — Contribution à l'étude des Poissons fossiles du Nord de la France et des régions voisines. *Mém. de la Société géologique du Nord*. T. V, 1906.

2. Roch E. Études géologiques dans la région méridionale du Maroc occidental. Thèse. *Public. du Service des Mines et de la Carte géologique du Maroc*, 1930, p. 144.

3. Gentil. *Loc. cit.*

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

paux éocènes (*Couches I* et *II*), allant du Thanétien à l'Yprésien inclus au moins et un niveau Maestrichtien ou Danien (*Couche III*) non exploité. L'épaisseur de ces dépôts augmente vers le Sud en même temps que d'autres niveaux phosphatés se développent dans le Crétacé supérieur, au-dessous de la *Couche III* (région d'El Borroudj). Dans les Ganntour l'épaisseur totale de la zone phosphatée dépasse cent mètres ; seul le niveau supérieur des sables phosphatés (*Couche A*) appartient à l'extrême début de l'Éocène (Montien) ; les autres (*Couches B, C*) font partie du Crétacé supérieur. Les niveaux phosphatés O, I et II des Ouled Abdoun sont représentés, dans les Ganntour, par une partie du complexe marno-calcaire du toit de la couche A.

SYNOPSIS DES ESPÈCES

Genre **Squatina** Duméril.

Squatina prima Winkler.

Pl. XX, fig. 16, 17.

1878. *Trigonodus primus* Winkler. Mémoire sur quelques restes de Poissons du système Heersien. *Archives du Musée Teyler*, vol. IV, p. 13, pl. I, fig. 18-21.

1902. *Squatina prima* Winkler in Leriche M. Les Poissons paléocènes de la Belgique. *Mém. du Mus. Roy. d'Hist. Nat. de Belgique*, t, II, p. 16, pl. I, fig. 17-22.

1931. *Squatina prima* White E. I. The Vertebrate faunas of the English Eocene, I. *Public. du British Museum*, p. 68, fig. 87-91.

Cette espèce n'est représentée que par un petit nombre de dents; mais elle est bien reconnaissable et en tout conforme aux descriptions et figures données par Leriche en 1902 et 1909 et plus récemment par E. I. White.

Gisement : Couches I et *II* des Ouled Abdoun. Assez fréquent.

Répartition stratigraphique : Bassin Anglo-parisien, du Thanétien au Bartonien.

Genre **Squalus** Linné.

(Syn. *Acanthias* Risso).

Squalus af. *minor* Daimeries

Pl. XIX, fig. 12, 12 a, 13, 13 a, 14, 14 a.

1888. *Biforisodus minor* Daimeries A. Notes ichtyologiques I et II. *Ann. Soc. roy. malacol. de Belgique*, t. XXXII, pl. XLIII et XLV-XLVI.

1902. *Acanthias minor* Leriche M. *Loc. cit.*, p. 16, pl. I, fig. 9-16.

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

Il s'agit de très petites dents parfaitement typiques du genre et dont la taille ainsi que la forme générale sont celles d'*A. minor* ; mais, tandis que le bord du talon postérieur est parfaitement lisse, comme dans ce dernier, le bord antérieur de la couronne présente quelques crénelures irrégulières comme celle d'*A. orpiensis* WINKLER.

Gisement : Couche II des Ouled Abdoun. Peu fréquent.

Répartition stratigraphique : *Squalus minor* et *Squalus orpiensis* appartiennent tous deux au Thanétien du bassin Belge ; la seconde existe également au même niveau du bassin Anglo-parisien.

Genre **Myliobatis**.

Myliobatis Dixoni AGASSIZ.

Pl. XX, fig. 1.

1843. AGASSIZ L. Poissons fossiles. Vol. III, p. 319.
— *Myliobatis Dixoni* AG. in DIXON F. Foss. Suss., p. 193, pl. X, fig. 1, 2, pl. XI, fig. 14, pl. XII, fig. 3.
1905. *Myliobatis elatus* STROMER E. Die Fischreste des Mittleren und oberen Eocäns v. Aegypten. *Beitr. zur Paläontolog. u. Geolog. Oesterrichs u. d. Orients*, vol. XVIII, p. 41, pl. V, fig. 4.

Plaques dentaires typiques caractérisées par la grande longueur relative des dents médianes.

Gisement : Couche II (rare) et *Couche I* (assez fréquent).

Répartition stratigraphique : De l'Yprésien au Bartonien du bassin Anglo-parisien et de Belgique. Dans le « Suessonien » Algéro-Tunisien, le Lutétien d'Égypte, l'Éocène moyen de Nigéria.

Genre **Pristis** LATHAM.

Pristis Lathami GALEOTTI.

Pl. XX, fig. 19.

1837. GALEOTTI H. Mém. sur la constitution géognostique de la Prov. de Brabant. *Mém. couronnés par l'Acad. Roy. de Bruxelles*, t. XII, n° 3, p. 45, pl. II.
1906. *Pristis Lathami* GAL. in LERICHE M. *Mém. Soc. Géol. Nord*, vol. V, p. 179, pl. VII, fig. 8 à 15.
1926. *Id.* in WHITE E. I. Foss. Fishes from Nigeria. *Geol. Survey of Nigeria*. Bull. n° 10, p. 50, pl. XII, fig. 7-14.

Je rapporte à cette espèce quelques dents rostrales de grande taille, dont le bord antérieur est tranchant et le bord postérieur

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

plus ou moins excavé. *Pristis Lathami* est, comme l'a noté White, une forme type, à vaste aire de distribution, avec laquelle doivent se confondre un grand nombre d'espèces établies sur des dents isolées ou des fragments de rostres.

Gisement : Couches I et *II* des Ouled Abdoun. Rare.

Répartition stratigraphique : De l'Yprésien au Bartonien du bassin Anglo-parisien et du Bassin Belge. Éocène moyen et supérieur d'Égypte. Éocène moyen de Nigéria.

Genre **Onchosaurus** Gervais.

Onchosaurus maroccanus nov. sp.

Pl. XIX, fig. 8.

Le genre *Onchosaurus*, fondé par Gervais pour une dent de la craie de Meudon se rapporte à des poissons de la famille des Pristidés dont les dents rostrales longuement pédonculées sont couvertes d'émail dans leur partie distale seulement ; chez le genre voisin *Onchopristis* l'émail s'étend jusqu'à la base du pédoncule.

La *Couche III* d'Oued Zem a livré une extrémité distale de dent qui appartient certainement à ce genre et se rapproche beaucoup d'*O. radicalis* Gervais du Sénonien du Bassin de Paris. Mais elle s'en distingue par sa section moins comprimée et par la forme régulièrement lancéolée de sa couronne. Elle se distingue aussi d'*O. pharao* Dames du Sénonien du Désert Libyque par l'absence de cannelure à son bord postérieur.

Gisement : Couche III d'Oued Zem.

Répartition stratigraphique : Le genre *Onchosaurus* n'est connu que du Crétacé supérieur du Bassin de Paris et d'Égypte.

Genre **Ganopristis** nov. gen.

Ganopristis leptodon nov. sp.

Pl. XIX, fig. 11.

Dents isolées, formées d'une couronne à profil légèrement sigmoïdal, fortement comprimée, aiguë et à bords antérieur et postérieur tranchants. Toute la surface de cette couronne est recouverte d'émail. Elle est supportée par une base élargie, ovale, concave à sa face inférieure, rétrécie en forme de pédoncule à la partie supérieure qui porte la couronne ; l'émail de cette dernière se termine brusquement au sommet de ce pédoncule par une ligne oblique bien nette et un peu relevée.

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

Cet ensemble de caractères rattache sans aucun doute ces fossiles au groupe des Pristidés à dents rostrales émaillées tels que : *Sclerorhynchus* Woodw., *Onchosaurus* Gerv., *Onchopristis* Stromer, *Schizorhiza* Weiler, *Ischyrhiza* Leidy. Mais il s'agit évidemment d'un type nouveau. L'ensemble de ces formes constitue parmi les Pristidés un groupe jusqu'ici localisé au Crétacé que je propose de réunir en une même sous-famille, celle des *Ganopristiinés*.

Gisement : Ouled Abdoun, *Couche III* ; assez fréquent.

Répartition stratigraphique : Les *Ganopristiinés* ne sont connus en Europe et en Amérique que dans le Crétacé, à partir du Cénomanien.

Genre **Scyliorhinus** Blainville 1816

(Syn. ***Scyllium*** Cuvier).

Scyliorhinus af. ***minutissimus*** Winkler.

Pl. XIX, fig. 17, 18, 19, 19 a.

1873. *Otodus minutissimus* Winkler F. C. Mém. sur les dents de Poissons du terrain bruxellien. *Arch. du Musée Teyler*. Vol. III (fasc. IV, 1874), p. 297, pl. VII, fig. 2. Extrait 1873, p. 3, pl., fig. 2.

1905. *Scyllium minutissimum* Winkler in Leriche M. Pois. Eoc. Belg. *Mém. Mus. Hist. Nat. de Belgique*. T. III, p. 113, pl. V, fig. 14-41.

1931. *Scyliorhinus minutissimus* Winkler in White E, I. The Vertebr. fauna of the English Eocene. Vol. I, 1931, p. 65, fig. 80.

Les dents de cette forme rappellent beaucoup celles de l'espèce de Belgique. Elles en diffèrent toutefois par leur couronne principale et leurs denticules latéraux plus grêles, la section presque circulaire de la première et l'absence à peu près complète de rides à la base de l'émail de la surface externe.

Gisement : Ouled Abdoun. *Couche II*, fréquente ; *Couche I*, très abondante.

Répartition stratigraphique : Yprésien à Bartonien (où il est commun) du bassin Anglo-parisien, de Belgique et d'Égypte ; signalé dans le Sparnacien d'Angleterre.

Genre **Ginglymostoma** Müller et Henle.

Ginglymostoma Blankenhorni Stromer.

Pl. XX, fig. 5, 6.

1905. *Ginglymostoma Blankenhorni* Stromer E. Die Fischreste d. Mittler. u. ober Eoc. von Ägypten. *Beitr. z. Paläont. u. Geolog. Oster. Ungarns u. d. Orients*. Bd. XVIII, p. 166, pl. XV, fig. 28, 31.

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

Les dents de cette espèce abondent dans la *Couche I* des Ouled Abdoun. Elles se distinguent de *G. Thielensi* WINKL. du bassin Anglo-parisien par leur forme plus élevée, la finesse et le nombre plus grand des denticules latéraux. Certaines rappellent aussi, par le développement de leur cuspide principale, *G. serra* LEIDY, mais s'en séparent par leur forme générale plus haute.

Gisement : Ouled Abdoun. *Couche II*, rare: *Couche I*, très abondant.

Répartition stratigraphique : Éocène moyen d'Égypte.

Ginglymostoma africanum LERICHE.

Pl. XIX, fig. 15, 15 a, 16, 16 a.

1927. LERICHE M. Note préliminaire sur deux Scylliidés nouveaux du Pliocène de Landana (enclave portugaise de Cabinda) Congo. *Revue zoologique africaine*. Vol. V, fasc. 3, p. 400, fig. 4-9.

Cette espèce est bien caractérisée par ses dents épaisses à petit nombre de denticules bien détachés les uns des autres. Les dents antérieures munies de trois pointes seulement rappellent beaucoup les dents de *Scylliorhinus*.

Gisement : Quelques dents antérieures proviennent de la *Couche II* de Bou Jniba (Ouled Abdoun) et de la *Couche A* exploitée à Louis Gentil (Ganntour).

Répartition stratigraphique : Cette forme n'avait été jusqu'ici rencontrée que dans les couches paléocènes (montiennes) de Landana au Congo.

Genre **Scapanorhynchus** WOODW. 1889.

Scapanorhynchus subulatus AGASSIZ.

Pl. XIX, fig. 7.

1843. *Lamna subulata* AGASSIZ L. *Pois. Fos.* T. III, p. 296, pl. XXXVII, fig. 5, 5 A.

1889. *Scapanorhynchus subulatus* AGAS. in WOODWARD A.S. Catalogue, etc. T. I, p. 350.

Nombreux exemplaires conformes à ceux du Crétacé d'Europe.

Gisement : Ouled Abdoun, *Couche III*. Ganntour (Louis Gentil), tous les niveaux ; commun dans la *Couche A* exploitée.

Répartition stratigraphique : De l'Albien au Montien du Bassin de Paris et de Belgique.

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

Genre **Odontaspis**.

Odontaspis (*Synodontaspis*) *macrota* Agaz. prémut. *striata* Winkler.

Pl. XX, fig. 9, 10.

1878. *Otodus striatus* Winkler T. C. Mémoire sur quelques restes de Poissons du système Heersien. *Arch. du Musée Teyler*. T. IV (1876), p. 8, pl. I, fig. 7, 9.
1889. *Odontaspis elegans* Ag. in Woodward A. S. pro parte, Catalogue, etc. T. I, p. 361.
1902. *Odontaspis macrota* Ag. in Leriche M. Les Poissons paléocènes de la Belgique. *Mém. du Mus. Roy. d'Hist. Naturelle de Belgique*, T. II, p. 19.
1908. *Odontaspis macrota* Ag. var. *striata* Winkler in Leriche M. Note sur les Poissons paléocènes et éocènes des environs de Reims. *Annales de la Soc. Géol. du Nord*. T. XXXVII, p. 242.
1931. *Odontaspis* (*Synodontaspis*) *macrota* Ag. prémut. *striata* Winkl. in White E. I. The vertebrate faunas of the English Eocene. I. *Public. du British Museum*, p. 58.

Les dents de cette espèce, facilement reconnaissables aux plis d'émail de leur face interne, abondent dans les *Couches I* et *II* des Ouled Abdoun et appartiennent à la prémutation *striata* de Winkler qui se distingue par sa taille plus petite, la forme plus élancée de ses dents latérales supérieures et l'élargissement de leurs denticules secondaires.

Gisement : *Couches I* et *II* des Ouled Abdoun, très commun. *Couche A* exploitée à Louis Gentil (rare).

Répartition stratigraphique : Du Montien à l'Yprésien dans le bassin Belge ; les niveaux « Suessoniens » de l'Algérie et de la Tunisie ; l'Éocène inférieur d'Égypte, le Montien de Landana (Congo Belge).

Odontaspis (Synodontaspis) cuspidata Agassiz mut. *Hopei* Agassiz.

Pl. XX, fig. 11, 12.

1843. *Lamna* (*Odontaspis*) *Hopei* Agassiz L. Poissons fossiles. T. III, p. 290, pl. XXXVII a, fig. 27-30.
1889. *Odontaspis cuspidata* Ag. in Woodward A. S. pro parte, Catalogue etc. T. I, p. 368.
1902. *Odontaspis cuspidata* Ag. in Leriche M. Poissons paléocènes de la Belgique. *Mém. Mus. Roy. Hist. Naturelle de Belgique*. T. II, p. 22.
1906. *Odontaspis cuspidata* Ag. in Leriche M. Contrib. à l'étude des Poissons fossiles du Nord de la France et des régions voisines. *Mém. Soc. Géol. du Nord*. T. V, p. 209.
1931. *Odontaspis* (*Synodontaspis*) *cuspidata* Ag. prémut. *Hopei* Ag. in White E. I. The Vertebr. of the English Eoc. *Public. du British Museum*, p. 52.

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

Cette espèce abonde également dans les niveaux éocènes des Oulen Abdoun ; elle se reconnaît à ses dents dont la couronne flanquée d'une seule paire de denticules latéraux est parfaitement lisse à la face interne et dont la forme trapue caractérise la mutation *Hopei* de l'Éocène.

Gisement : Couches I et *II* des Ouled Abdoun. Très fréquent dans tous les gisements.

Répartition stratigraphique : Paléocène et Éocène d'Europe. Suessonien de l'Algérie et de la Tunisie. Éocène moyen et supérieur d'Égypte. Paléocène (Montien du Congo Landana) : et Éocène de la même région (Sasazao).

Odontaspis (*Odontaspis*) af. *Winkleri* Leriche.

Pl. XIX, fig. 20, 21, 22.

1905. Leriche M. Poissons éocènes de la Belgique. *Mém. du Mus. roy. d'Hist. Nat. de Belgique.* T. III, p. 117, pl. VI, fig. 1-12.

Je rapporte à cette espèce un certain nombre de dents assez fréquentes dans les *Couches I* et *II* des Ouled Abdoun, remarquables par leur couronne lisse, étroite et flanquée de deux paires de denticules latéraux ; chez certains spécimens qui sont vraisemblablement des dents symphysaires ou des dents intermédiaires, les deux denticules atteignent un développement considérable qui rappelle ceux d'*Od. ferox* actuel ; chez d'autres, provenant des côtés de la mâchoire supérieure, la couronne s'élargit un peu à la base et les denticules s'aplatissent transversalement. Cette forme diffère toutefois un peu de celle de Belgique par sa taille moins grande et sa couronne un peu moins élancée.

Gisement : Ouled Abdoun, *Couches I* et *II* ; assez fréquent dans tous les gisements.

Répartition stratigraphique : Od. Winkleri établi par Leriche pour une forme du Bruxellien, se rencontre en Belgique et dans le bassin de Paris de l'Yprésien au Lutétien ; une forme affine — comme celle du Maroc — a été signalée par Leriche dans le Paléocène (Montien) de Landana au Congo.

Genre **Lamna** Cuvier.

Lamna appendiculata Agassiz.

1843. *Otodus appendiculatus* Agassiz L. Poissons fossiles. T. III, p. 270, pl. XXXII, fig. 1-25.

1889. *Lamna appendiculata* Ag. in Woodward A. S. Catalogue, etc. T. I, p. 393.

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

Cette espèce bien typique se reconnaît à ses dents à couronne peu épaisse flanquée d'un ou deux denticules latéraux. La racine est fortement renflée au centre de la face interne ; ses deux branches sont courtes, avec le bord inférieur fortement échancré.

Gisements : Rare dans les niveaux III des Ouled Abdoun, B et C des Ganntour ; très fréquente dans la couche A.

Répartition stratigraphique : De l'Albien au Montien du Bassin Anglo-Parisien. Crétacé supérieur de l'Europe Centrale et de Russie.

Lamna biauriculata Wanner. var. *maroccana* nov. var.

Pl. XIX, fig. 3, 4, 5.

1902. *Otodus biauriculatus* Wanner J. Die fauna der obersten weissen Kreide der libyschen Wüste. *Palaeontographica*. Vol. XXX, partie II, 3, p. 148, pl. XIX. fig. 28.

1919. *Lamna biauriculata* Wanner in Gemmellaro M. Ittidontoliti Maëstrichtiani di Egitto. *Atti d. R. Acad. di Scienze, Letteri i Belle Arti di Palermo*. Vol. IX, p. 23, pl. I, fig. 23-34.

Cette espèce, voisine de *Lamna appendiculata* Ag. s'en distingue par la forme moins élancée de la couronne ainsi que par la très grande ouverture de l'angle des deux branches de la racine, dont le bord inférieur est presque rectiligne. La forme marocaine diffère de la forme typique par l'épaississement et l'élargissement de la couronne à la base qui, dans les dents antérieures de la mâchoire supérieure, tend à prendre la forme d'un triangle équilatéral. C'est là une variation parallèle à celle que représente, par rapport à *Lamna appendiculata* Ag. la variété *lata* Ag.

Gisement : Extrêmement abondante dans les *Couches III* à *V* des Ouled Abdoun et dans les deux niveaux phosphatés inférieurs (*Couches B et C*) des Ganntour.

Répartition stratigraphique : L'espèce n'a été signalée jusqu'ici qu'en Afrique du Nord (Égypte, désert Libyque) et dans le désert Arabique[1]. Elle caractérise les niveaux maestrichtiens de ces régions où elle abonde particulièrement dans la zone à *Exogyra Owerwegi*.

1. Un mémoire récent de M. E. I. White reçu au cours de l'impression de cette note la signale dans le Crétacé supérieur de Sokoto au Nigeria (E.-J. White. Fossil Fishes of Sokoto Province. *Geol. Surv. of Nigeria*. Bull. n° 14, 1934.

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

Lamna obliqua Agassiz.

Pl. XIX, fig. 36.

1843. *Otodus obliquus* Agassiz L. Poissons fossiles. T. III, p. 267, pl. XXI, XXXVI, fig. 22-27.
1889. *Lamna obliqua* Ag. in Woodward A. S. Catalogue, etc. T. I, p. 404.
1931. *Lamna obliqua* Ag. in White E. I. The Vertebr. fauna of the English Eocene. Vol. I. *Pub. du Bristish Museum* p. 46, fig. 3.

C'est l'une des espèces les mieux connues et les plus largement distribuées de l'Éocène. Les dimensions généralement grandes de ses dents, le développement et l'épaississement de la racine permettent de la reconnaître facilement. Au Maroc, les plus grands spécimens sont localisés dans la *Couche I* des Ouled Abdoun ; ceux des niveaux inférieurs ne paraissent pas atteindre des dimensions aussi grandes.

Gisement : Couche O, I et *II* des Ouled Abdoun. *Couche A* exploitée des Ganntour.

Répartition stratigraphique : Le Danien du Jutland ; tout l'Éocène en Europe depuis le Thanétien ; commun dans l'Yprésien du bassin de Londres, l'Éocène d'Égypte, le Suessonien Algéro-Tunisien.

Lamna Vincenti Woodward.

Pl. XX, fig. 2, 3, 4.

1899. Woodward A. S. Notes on the Teeth of Sharks and Skates from Engl. eocene formation. *Proceed. of the geologists assoc.*, vol. XVI, p. 10, pl. I, fig. 21, 22.
1905. *Lamna Vincenti* Wood. in Leriche M. Les Poissons éocènes de la Belgique, *loc. cit.*, p. 125, pl. VI, fig. 36-51,

Cette espèce se distingue par la couronne de ses dents fortement comprimée, lisse, ses denticules latéraux bien développés divergents et acuminés, généralement dédoublés sur les dents latérales. Les dents isolées de cette forme ont été souvent confondues avec celles de *L. verticalis* Ag. et d'après White [1] avec celles de *L. Aschersoni* Zitt., dans les gisements de l'Éocène d'Égypte. La forme marocaine est identique à celle de Belgique et du Bassin de Paris.

Gisement : Couches O, I et *II* des Ouled Abdoun.

Répartition stratigrahique : De l'Yprésien au Bartonien du Bassin de Paris et de Belgique.

1. White E. I. Eoc. Fishes from Nigeria, *loc. cit.*, p. 23.

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

Genre **Corax** Agassiz.

Corax pristodontus Agassiz.

Pl. XIX, fig. 10.

1843. Agassiz L. Poissons fossiles, t. III, p. 224, pl. XXVI, fig. 9-83.
1910. Woodward A. S. Foss. fishes of the English Chalk, p. 197, fig. 58.

Les spécimens marocains qui se rapportent à cette espèce reproduisent exactement les caractères qui ont été fixés par Agassiz, puis par Sm. Woodward, pour cette forme. Ses dents se distinguent facilement à la hauteur de leurs racines, à la courbure régulière de leur bord antérieur et l'échancrure très peu prononcée du bord postérieur des dents latérales.

Gisement : Couches III à *V* des Ouled Abdoun, extrêmement abondant ; Couches inférieures (B et C) des Ganntour.

Répartition stratigraphique : Espèce très caractéristique de tout le Sénonien du bassin Anglo-parisien ; surtout fréquente dans le Maestrichtien ; Danien des Pays-Bas et du Danemark ; Maestrichtien d'Égypte et du Désert Libyque.

Corax falcatus Agassiz.

Pl. XIX, fig. 9.

1843. Agassiz L. Poissons fossiles, t. III, p. 226, pl. XXVI, fig. 14 ; pl. XXVI a, fig. 1-15.
1910. Woodward A. S. Fos. Fishes of the Engl. Chalk., p. 198, fig. 59 ; pl. XLII, fig. 16-28.

Cette espèce, de plus petite taille que la précédente, se distingue par sa couronne plus basse, la forme moins arquée de son bord antérieur et l'échancrure beaucoup plus prononcée du bord postérieur.

Gisement : Beaucoup plus rare que *C. pristodontus*, je ne l'ai rencontrée que dans la *Couche B* des Ganntour.

Répartition stratigraphique : Du Cénomanien au Sénonien dans le bassin Anglo-parisien ; du Cénomanien au Turonien en Europe Centrale ; dans le Maestrichtien d'Égypte[1].

1. Sous le nom de *Corax pristodontus* Ag. in M. Gemmellaro (pro parte) Ittiodontoliti Maëstrichtiani di Eggito (*loc. cit.*, p. 33, pl. II, fig. 1-3).

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

Genre **Ancistrodon** Rœmer.

Ancistrodon libycus Dames.

1883. Dames W. Ueber Ancistrodon Debeyi. *Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Gesellsch.* t. XXVI. p, 663, pl. XIX, fig. 6-8.

Dent en forme de croissant, typique du genre et de l'espèce décrite par Dames dans le Maestrichtien du désert Libyque.

Gisement : Couche III d'Oued Zem (Ouled Abdoun).

Répartition stratigraphique : Maestrichtien d'Egypte et du désert Libyque.

Genre **Physodon** Müller et Henle.

Physodon af. ***tertius*** Winkler.

Pl. XIX, fig. 23, 23 a, 24, 24 a, 25, 26, 27.

1874. *Trigonodus tertius* Winkler T. C. Deuxième mémoire sur les dents de poissons du terrain bruxellien. *Arch. du Musée Teyler.* Vol. IV, (fasc. I, 1876), p. 21, pl. II, fig. 6,7. Extrait, p. 6, pl. I, fig. 6,7.

1905.. *Physodon tertius* Leriche M. Poissons Éocènes de la Belgique, p. 133, pl, VIII, fig. 29, 31.

1905 ?. *Alopiopsis* af. *contortus* non Gibbes sp. Stromer E. *Die Fischreste de Mittl. u. ober Eocäns von Aegypten* I. part. *Beitr. z. Palaeont. u. Geolog. österreichs Ungarns u. d. Orients.* T. XVIII, p. 176, pl. XVI, fig. 5 à 7, 9.

Cette espèce est représentée par des dents des deux mâchoires. Celles de la mandibule ressemblent beaucoup par leurs caractères généraux et par leurs dimensions à celles figurées sous ce nom par Leriche, de l'Éocène moyen de Belgique; mais leur couronne paraît toutefois un peu plus élancée et leur aspect général un peu plus grêle ; celles de la mâchoire supérieure sont comprimées, avec leurs racines moins épaisses que celles de la mandibule; leur couronne est plus inclinée vers la commissure; le bord antérieur de la couronne est lisse; le talon postérieur présente parfois quelques crénelures obtuses. Ces dents reproduisent à peu près, à une échelle plus grande, les caractères de celles de *Physodon secondus* Winkl. de l'Éocène de Belgique. D'autre part elles ne me paraissent guère différer de celles de Nigéria décrites par White sous les noms de *Sphyrna tortilis* (*Geol. Surv. Nigeria*, Bull. n° 10, 1926, p. 35, pl. 8, fig. 5 à 7) et de *Carcharinus nigeriensis* (*loc. cit.*, p. 36, fig. 8-10).

Gisement : Couches O, I et *II* des Ouled Abdoun où elles sont fréquentes.

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

Répartition stratigraphique : Physodon tertius se rencontre dans le Bassin de Paris et de Belgique, de l'Yprésien au Lutétien ; dans l'Éocène moyen d'Égypte et celui de Nigéria (?)

Genre **Eugaleus** GILL.

Eugaleus Beaugei nov. sp.

Pl. XIX. fig. 28, 28 a, 29, 29 a, 30, 30 a, 31, 32, 33, 34, 35.

Cette forme se distingue par ses dents de petite taille dont la couronne dressée ou peu inclinée sur la racine (dans les dents latérales) est robuste et flanquée en avant comme en arrière de deux denticules courts, bien détachés, dressés et acuminés ; quelquefois, à la mâchoire supérieure on n'observe qu'un seul denticule antérieur s'effaçant même dans certains cas.

Rapports et différences. Cette forme est voisine de *E. recticonus* WINKLER de l'Éocène moyen de Belgique; elle s'en distingue par sa couronne plus dégagée, moins massive vers le bas, ses denticules moins nombreux, dirigés verticalement et naissant plus bas, le bord inférieur des deux branches radiculaires formant une ligne presque droite.

Gisement : Couches O, I, II des Ouled Abdoun où cette forme extrêmement abondante est l'une des plus caractéristiques.

Eugaleus minutissimus nov. sp.

Pl. XX, fig. 13, 13 a, 14, 14 a, 15.

Il s'agit d'une espèce dont les dents sont de très petite taille, plus petites que celles de *Galeus minor* AG.

Celles de la mâchoire supérieure sont régulièrement arquées au bord antérieur de la couronne qui est lisse; le bord postérieur présente une forte échancrure au-dessous de la pointe qui est fortement déjetée en arrière et sa base est garnie de cinq ou six fortes denticulations aiguës. Celles de la mandibule sont du même type ; mais le bord antérieur de la couronne est plus rectiligne et la pointe se relève un peu. Ces caractères rappellent beaucoup ceux de *G. Lefevrei* DAIMERIES de l'Éocène moyen de Belgique. Mais le fossile du Maroc se distingue immédiatement de cette dernière par sa taille beaucoup plus faible.

Gisement : Ouled Abdoun. Couche I. Peu fréquente.

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

TÉLÉOSTOMES

Genre **Brychaetus** (AGASSIZ) SMITH WOODWARD.

Brychaetus Muelleri (AGASSIZ) SM. WOODWARD.

Pl. XX, fig. 20, 20 a.

1845. *Brichaetus Muelleri* AGASSIZ L. (*Nomen nudum*) Report. Brit. Assoc., 1884, p. 308.
1901. *Brichaetus Muelleri* WOODWARD A. S. Catalogue etc. T. IV, p. 76, pl. I.

Je possède de cette forme un fragment antérieur de prémaxillaire muni de quelques dents brisées vers leur pointe, mais dont les bases soudées à l'os et étroitement contiguës reproduisent la forme ovale comprimée transversalement et brusquement élargie d'avant en arrière qui caractérise cet Ostéoglossidé. Un autre fragment, probablement aussi de la mâchoire supérieure et muni de deux dents appartient à la même espèce.

Gisement : Couche I de Bou-Jniba (Ouled Abdoun). Rare.

Répartition stratigraphique : Cette espèce n'a été jusqu'ici signalée que dans l'argile de Londres.

Genre **Enchodus** AGASSIZ.

Enchodus libycus QUAAS.

Pl. XIX, fig. 1, 2.

1902. *Protosphyraena libyca* QUAAS. Beitrag z. Kenntniss d. Fauna d. oberst. Kreidebild. in d. Libyschen Wüste (Owerwegischichten u. Blättertone) *Paläontographica*, t. XXX, p. 315, pl. XXXVIII, fig. 28.
1930. *Enchodus libycus* QUAAS in WEILER W. Fischreste aus d. Nubischen Sandstein v. Mahamid u. Edfu, u. aus d. Phosphaten Oberae gyptens u. d. Oase Baharïje. *Ergebn. d. Forschungsreise Prof. E. Stromer in d. Wüst. Aegyptens.* VI. *Abhandl. d. Bayer. Akad. de Wissensch.* Neue Folge 7, p. 29, pl. III, fig. 48, 52; pl. IV, fig. 1.

Cette espèce est représentée par des dents isolées ou en connexion avec certaines pièces de la mâchoire supérieure (Palatins), des vertèbres et des plaques hypurales.

Les dents sont remarquables par leurs grandes dimensions qui peuvent atteindre 60 mm. de longueur; leur profil est sigmoïdal, leur section plus ou moins ovale suivant la position sur les mâchoires. Le bord antérieur est tranchant, surtout vers la pointe, le bord postérieur largement arrondi vers la base et de plus en plus étroit vers le haut où il devient tranchant au voi-

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

sinage de la pointe. De très fines rides rectilignes parallèles à l'axe de la dent couvrent toute la moitié postérieure de la couronne depuis sa base jusqu'à la moitié de sa hauteur. Il n'y a pas de cavité pulpaire et certains fragments de palatins adhérents à quelques dents antérieures montrent que le mode d'insertion acrodonte et de remplacement de ces dents est en tout conforme à ce que Loomis [1] a mis en évidence chez les Enchodontidés.

Gisement : Couches III à V des Ouled Abdoun. Couches B et C des Ganntour. Extrêmement abondante.

Répartition stratigraphique : Sénonien supérieur d'Égypte (couches à phosphate) et du désert Libyque (zone à *E. Overwegi*).

Genre **Trichiurus** Linné.

Trichiurus af. *Oshosunensis* White.

Pl. XX, fig. 7, 8.

1926. White E. I. Eocene fishes of Nigeria. *Geol. Survey of Nigeria*. Bull. n° 10, p. 65, pl. 16, fig. 14-20.

Je rapproche de cette espèce un grand nombre de dents qui sont des crochets de la mâchoire supérieure et un nombre moindre de dents latérales de la mandibule ou du maxillaire. Les premières ont un profil sigmoïdal, une section circulaire à la base et une surface lisse ; leur pointe est faiblement barbelée et leur bord antérieur caréné ; elles sont percées d'une large cavité pulpaire. Les dents latérales sont larges, comprimées, courtes avec les deux bords tranchants.

Les premières de ces pièces ne paraissent guère se distinguer de celles de la Nigéria décrites par White.

Gisement : Couches O, I et II des Ouled Abdoun. Communes.

Répartition stratigraphique : *Trichiurus oshosunensis* n'est connu que de l'Éocène moyen et supérieur de la Nigéria.

Genre **Cylindracanthus** Leidy.

Cylindracanthus rectus Agassiz.

Pl. XX, fig. 18.

1844. *Caelorhynchus rectus* Agassiz L. Poissons fossiles t. V, 1re part., p. 92.

1. Loomis F. B. Die anatomie u. die Verwandtchaft d. Ganoid u. Knochenfische aus d. Kreideformation V. Kansas (USA) *Paläontographica*, t. XLVI, 1900, p. 213-284.

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

1891. *Caelorhynchus rectus* AG. in WOODWARD A. S. Catalogue, etc., t. II, p. 120.
1906. *Glyptorhynchus rectus* AG. in LERICHE M. Contrib. à l'étude des Poisson fossiles du Nord de la France, etc. *Mém. Soc. Géol. du N.*, t. V ; n° 1, p. 255, pl. XIV, fig. 4-6.
1911. *Cylindracanthus (Caelorhynchus) rectus* AGAS. in PRIEM F. *Annales, de Paléont*, t. XI, p. 24, fig. 18.

Rostres typiques de l'espèce par leur forme, leurs dimensions et leur ornementation.

Gisement : Couches I et II des Ouled Abdoun.

Répartition stratigraphique : De l'Yprésien au Bartonien du bassin Anglo-parisien et du bassin Belge. Éocène moyen et supérieur d'Italie, d'Égypte et de Nigéria.

Genre **Xiphiorhynchus** VON BENEDEN.

Xiphiorhynchus priscus AGASSIZ.

Pl. XX, fig. 21.

1844. *Tetrapterus priscus* AGASSIZ L. Poissons fossiles, t. V, 1re part., p. 91, pl. XXXI.
1901. *Xiphiorhynchus priscus* AG. in WOODWARD. A. S. Catalogue, etc. t. IV, p. 491, fig. 18, n° 1, pl. XIX, fig. 1, 2.

Cette espèce est représentée par des rostres, des vertèbres et des plaques hypurales. Par sa forme et ses proportions, le rostre de la forme marocaine est en quelque sorte intermédiaire entre celui de *X. priscus* et de *X. elegans* V. BEN. Son aspect est en effet plus grêle que celui du premier et rappelle celui de *X. elegans* ; mais il est moins déprimé, son ornementation est celle de *X. priscus* et l'aire recouverte par les alvéoles dentaires ne s'élève pas sur les côtés aussi haut que chez *X. elegans*.

Gisement : Ouled Abdoun. Couches I et O.

Répartition stratigraphique : Yprésien, Bartonien du bassin Anglo-parisien et du bassin belge.

Une forme très voisine — sinon identique — a été décrite par Weiler de l'Éocène d'Égypte sous le nom de *X. Aegyptiacus*.

Genre **Phyllodus** AGASSIZ.

Phyllodus toliapicus AGASSIZ.

1844. AGASSIZ L. Poissons fossiles, t. II, 2e partie, p. 239, pl. LXIX a, fig. 1-3.

Je reporte avec quelque doute à cette forme quelques piles dentaires isolées dont la constitution est celle des dents pharyngiennes du genre *Phyllodus*. Les unes sont presque aussi longues

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

que larges et correspondent aux dents médianes; les autres sont plus ou moins réniformes et correspondent aux dents des rangées latérales; toutefois, en aucun cas il n'a été rencontré plusieurs de ces rangées réunies.

Gisement : Couches I et II des Ouled Abdoun.

Répartition stratigraphique : Yprésien-Lutétien du bassin Anglo-parisien et du bassin Belge.

REPTILES

Genre **Leiodon** Owen.

Leiodon anceps Owen.

Pl. XIX, fig. 6.

1840. Owen R. Odontographie, p. 261, pl. LXXXII, fig. 1-2.

1925. *Leiodon anceps* Ow. *in* Depéret et Russo P. Les phosphates de Melgou (Maroc) et leur faune de Mosasauriens et de Crocodiliens. *Bull. Soc. Géol. de France*, t. XXV, fasc. 4, 5, p. 339, pl. IX, fig. 3, 4.

Les dents rapportées à cette espèce par Depéret et Russo abondent dans le niveau III des Ouled Abdoun et la Couche C des Ganntour; elles se rencontrent aussi dans la Couche B de cette même région. Elles se reconnaissent facilement et se distinguent d'autres dents de Reptiles qui les accompagnent, à leur forme comprimée latéralement, leurs deux arêtes antérieure et postérieure et leur surface très finement ou à peine striée. Aux Ouled Abdoun ces débris sont accompagnés assez fréquemment de vertèbres procœles de type mosasaurien, parfois réunies en séries et munies de leurs apophyses, ce qui exclut l'idée d'un remaniement possible.

Gisement : Ouled Abdoun, Couche III; Ganntour, Couche C, extrêmement abondant.

Répartition statigraphique : Les débris de *Leiodon* — que certains auteurs ne distinguent pas de *Mosasaurus* — sont localisés dans le Sénonien, du Campanien au Danien : Bassin Anglo-parisien, Belgique, bassin d'Aquitaine.

Genre **Dyrosaurus** Pomel.

Dyrosaurus phosphaticus Thomas.

1892. *Crocodilus phosphaticus* Thomas P. Descrip. de quelques fossiles nouveaux ou critiques des terrains tertiaires et secondaires de la Tunisie. *Explor. Scient. de la Tunisie*, p. 38, pl. XIV, fig. 144.

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

1894, *Dyrosaurus Thevestensis* Pomel A. Sur le *Dyrosaurus Thevestensis*. *CR. Acad. des Sciences*, t. 118, p. 1396.
1911. *Dyrosaurus phosphaticus* Thom. in Thévenin A. Le *Dyrosaurus* des phosphates de Tunisie. *Ann. de Paléontologie*, t. VI, pl. XIX-XVI.
1925. *Dyrosaurus phosphaticus* Thomas in Depéret Ch. et Russo P. *Loc. cit.*, pl. 342, p. IV, fig. 1. 2.

Des dents isolées, des vertèbres platycœles — parfois en série — de cette espèce sont assez fréquentes dans les niveaux I et II des Ouled Abdoun. Des fragments de crânes ou de mâchoires y ont été rencontrés à diverses reprises. Bien qu'aucun arrière-crâne n'ayant été trouvé jusqu'ici, et qu'il n'ait pas été possible de constater les véritables caractères distinctifs du genre, mis en évidence par Thévenin, il semble bien cependant que cette forme soit identique à celle de l'Algéro-Tunisie; elle ne paraît en différer que par la forme plus surbaissée de la section du rostre et par un allongement moindre de celui-ci; mais il peut ne s'agir là que de différences individuelles.

Gisement : Couche II et surtout Couche I des Ouled Abdoun. Depéret et Russo l'ont signalé d'après une dent de forte taille dans le niveau III d'El Moungar (Ouled Abdoun); mais cette détermination demanderait à être confirmée : les pièces recueillies jusqu'ici ne le permettent pas avec certitude.

Répartition stratigraphique : Suessonien d'Algérie-Tunisie; Paléocène du Soudan, Nigéria et Togo.

Genre **Crocodilus** Laurents.

Crocodilus sp.

1934. *Crocodilus* sp. Arambourg C. Sur la présence du genre *Crocodilus* dans les phosphates du Maroc. *C.R. som. Soc. Géol. de France*, n° 9, p. 108.

J'ai indiqué déjà dans les phosphates du Maroc la présence d'un véritable crocodile à longue symphyse mandibulaire (s/genre *Mecistops* Gray) voisin de *Crocodilus cataphractus*. Cette pièce provient de la Couche I de Bou-Jniba; elle est accompagnée de vertèbres procœles et de plaques dermiques, de dents isolées et d'un fragment de maxillaire supérieur muni de dents.

Gisement : Couche I de Bou-Jniba (Ouled Abdoun). Les niveaux crétacés des Ouled Abdoun et des Ganntour n'ont pas livré jusqu'ici de pièces pouvant se rapporter à cette forme.

Répartition stratigraphique : Les Crocodiles de ce groupe ne sont connus fossiles que dans l'Éocène d'Angleterre (Argile de Sheppey) et d'Italie (Mte Bolca, Vérone).

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

Conclusions.

Le tableau suivant résume les caractères fauniques des différents niveaux phosphatés du Maroc et indique leurs relations stratigraphiques. Il montre que conformément à ce qui a été exposé dans la première partie, trois faunes successives de Poissons et de Reptiles caractérisent ces dépôts :

1° Une faune Maestrichtienne-Danienne constante dans les deux bassins étudiés.

2° Une faune Montienne spéciale aux Ganntour.

3° Une faune Eocène (Thanétien-Lutétien) constante aux Ouled Abdoun.

Cette dernière correspond à deux niveaux successifs de phosphates, dont l'inférieur peut être considéré comme Thanétien, et dont le plus récent, actuellement exploité aux Ouled Abdoun, équivaut à ceux d'Algérie-Tunisie [1] et est d'âge Sparnacien-Yprésien (Lutétien ?).

Au point de vue biogéographique, ces faunes marocaines présentent de très grands rapports avec celles du reste de l'Afrique du Nord, et notamment de l'Égypte. Celle du niveau inférieur maestrichien est tout à fait semblable à celle des Phosphates d'Égypte et de la zone à *Exogyra Owerwegi* du Désert libyque dont elle renferme un certain nombre d'éléments qui n'étaient jusqu'ici connus que dans cette dernière région : *Lamna biauriculata*, *Ancistrodon Libycus*, *Enchodus Libycus*. Le genre *Onchosaurus* est également particulièrement répandu en Afrique depuis l'Égypte jusqu'au Soudan.

Les niveaux éocènes eux-mêmes, malgré la prédominance d'éléments ubiquistes ont cependant quelques rapports avec ceux de l'Afrique du NE : *Ginglymostoma Blankenhorni* par exemple est spécial pour le moment à ces deux régions.

Enfin, ces derniers niveaux présentent aussi quelques traits qui indiquent des relations avec les parties plus méridionales de la côte occidentale d'Afrique : *Ginglymostoma africanum*, *Trichiurus oshosunensis* n'étaient connus que du Congo et de la Nigéria.

D'autre part, l'étude de ces Poissons des phosphates nous montre une fois de plus la discontinuité qui, dans la succession des faunes ichtyologiques de l'Europe et du Nord de l'Afrique, caractérise le passage du Crétacé supérieur à l'Éocène : malgré

1. Cf. Leriche M. Contribution à l'étude des Poissons fossiles du Nord de la France. *Loc. cit.*, p. 408.

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

Gisement et répartition des espèces marocaines.

Espèces	Niveaux : Oued Abdoun III	Oued Abdoun II	Oued Abdoun I	Ganntour B,C	Ganntour A	Répartition stratigraphique hors du Maroc : Niveaux inférieurs	Maëstrichtien Danien	Montien	Thanétien Sparnacien	Yprésien	Lutétien	Bartonien
Leiodon anceps	+			+		Campanien	+					
Onchosaurus maroccanus	+					Cénomanien	○[1]					
Ganopristis leptodon	+						○					
Corax pristodontus	+			+		Sénonien	+					
C. falcatus				+		Cénomanien	+					
Ancistrodon libycus	+						+					
Enchodus libycus	+			+			+					
Scapanorhynchus subulatus	+			+	+	Albien	+	+				
Lamna biauriculata	+			+			+					
L. appendiculata	+			+	+	Albien	+	+				
Squalus minor		+							+			
Ginglymostoma africanum		+			+			+				
Ginglym. Blankenhorni		+	+							+	+	
Squatina prima		+	+						+	+	+	+
Myliobatis Dixoni		+	+						+	+	+	+
Pristis Lathami		+	+							+	+	+
Scyliorhinus af. *minutissimus*		+	+						+	+	+	+
Odontaspis m. striata		+	+		+			+	+	+		
Od. cusp. Hopei		+	+					+	+	+	+	+
Od. Winkleri		+	+					+?		+	+	
Lamna obliqua		+	+		+		+[2]	+	+	+	+	+
L. Vincenti		+	+						+	+	+	+
Physodon af. *tertius*		+	+							+	+	
Eugaleus Beaugei		+	+							○		
E. minutissimus			+							+		
Brychaetus Muelleri			+							+	+	+
Trichiurus oshosunensis		+	+							+	+	+
Cylindracanthus rectus		+	+							+	+	+
Xiphiorhynchus priscus			+							+	+	
? Phyllodus toliapicus			+							+	+	
Dyrosaurus phosphaticus		+	+					+?	+	+		
Crocodilus (*Mecistops*) sp.			+							+	+ et actuel	

1. Les cercles (○) indiquent la répartition stratigraphique des formes affines des espèces spéciales au Maroc.
2. Danien.

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

l'uniformité et la constance des conditions de vie dans l'ensemble du bassin phosphaté du Maroc, le remplacement d'une faune par l'autre se fait brusquement par irruption en masse, vraisemblablement au cours du Montien, de tout un cortège de formes inconnues jusqu'alors : vague faunique dont il faudra chercher l'origine hors des parages où nous la voyons déferler.

EXPLICATION DES PLANCHES XIX ET XX

Planche XIX

1, 2. — ***Enchodus libycus***. Dents mandibulaires. 1, Crochet antérieur ; 2, dent latérale. Grandeur naturelle.

3, 4, 5. — ***Lamna biauriculata***. 3, Dent antérieure. 4, dent latérale de la mâchoire supérieure. 5, dent antérieure de la mandibule. Grandeur naturelle.

6. — ***Leiodon anceps***. Dent latérale. Grandeur naturelle.

7. — ***Scapanorhynchus subulatus***. Dent antérieure de la mâchoire supérieure, vue par la face interne. Grandeur naturelle.

8. — ***Onchosaurus maroccanus***. Dent rostrale (extrémité distale). Grandeur naturelle.

9. — ***Corax falcatus.***

10. — ***Corax pristodontus***. Dent latérale. Grandeur naturelle.

11. — ***Ganopristis leptodon***. Dent rostrale, face supérieure. Grandeur naturelle.

12, 12 a, 13 13 a, 14, 14 a. — ***Squalus*** af. ***minor***. Dents vues par la face interne (12) et par la face externe (13, 14). × 2. 12 a, 13 a, 14 a, les mêmes en grandeur naturelle.

15, 15 a, 16, 16 a. — ***Ginglymostoma africanum***. Dents vues : 15, par la face externe, 16, de profil. × 2. 15a, 16 a, les mêmes en grandeur naturelle.

17, 18, 19, 19 a. — ***Scyliorhinus*** af. ***minutissimus***. Dents vues : 17, par la face externe, 18, de profil, 19, par la face interne, × 2. 19 a, la dernière en grandeur naturelle.

20, 21, 22. — ***Odontaspis Winkleri***. 20, 21, dents de la mâchoire supérieure, 22, dents de la mandibule, vues par la face interne. Grandeur naturelle.

23, 23 a, 24, 24 a. — ***Physodon*** af. ***tertius***. Dents latérales de la mâchoire inférieure, vues par la face interne. 23, 24 × 2; 23 a, 24 a, grandeur naturelle

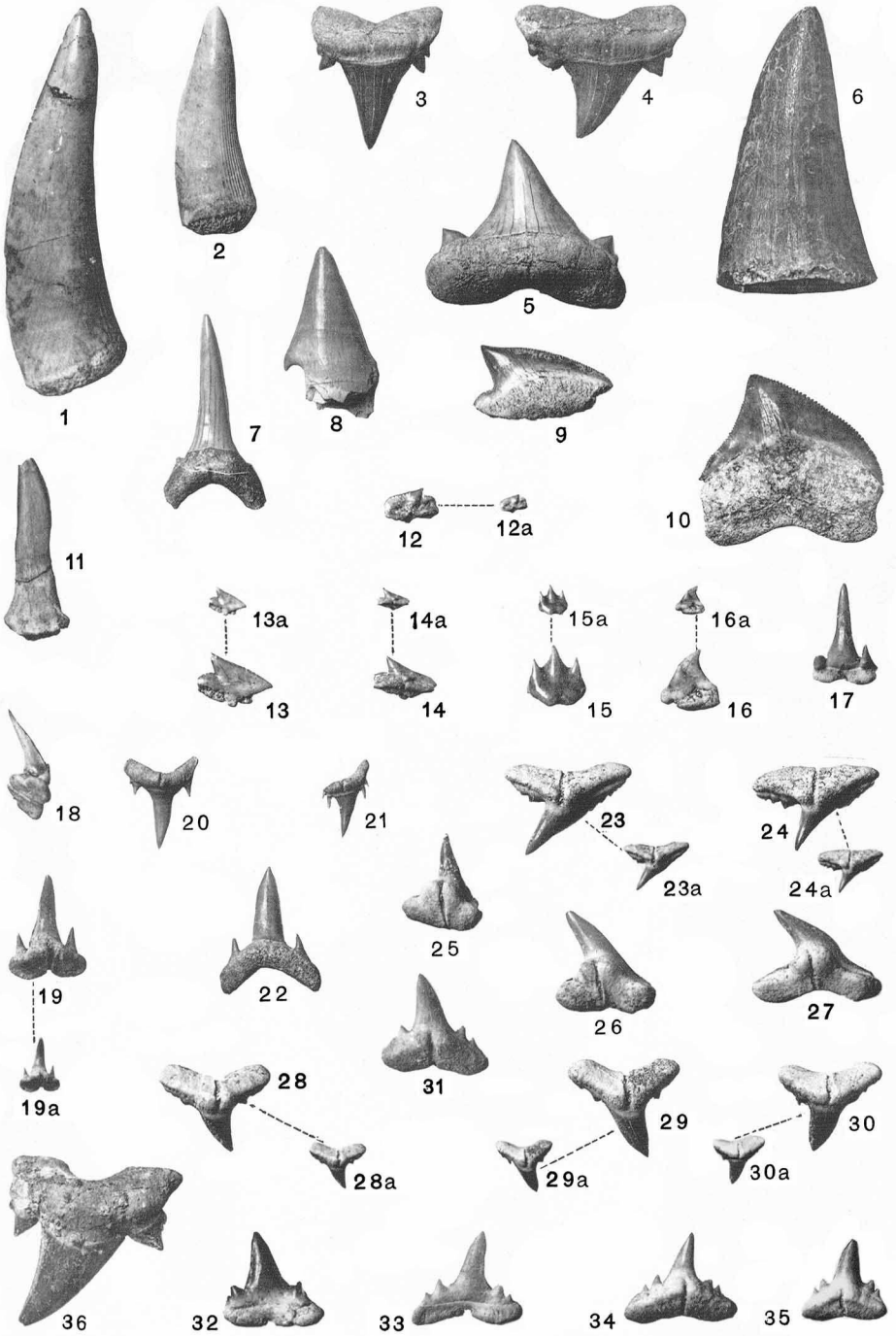
25, 26, 27. — ***Physodon*** af ***tertius***. Dents de la mandibule vues par la face interne. × 2. 25, dent antérieure ; 26, 27, dents latérales.

28, 28 a, 29, 29 a, 30, 30 a. — ***Eugaleus Beaugei***, Dents de la mâchoire supérieure vues par la face interne ; 28, 29, latérales ; 30, antérieure. × 2. 28 a 29 a, 30 a, les mêmes grandeurs naturelles.

31, 32, 33, 34, 35. — ***Eugaleus Beaugei***. Dents de la mandibule × 2. 31, 34, 35 vues par la face interne ; 32, 33, par la face externe. 35, dent antérieure ; les autres appartiennent à des positions plus ou moins latérales.

36. — ***Lamna obliqua***. Dent latérale de la mâchoire supérieure vue par la face, interne. Grandeur naturelle.

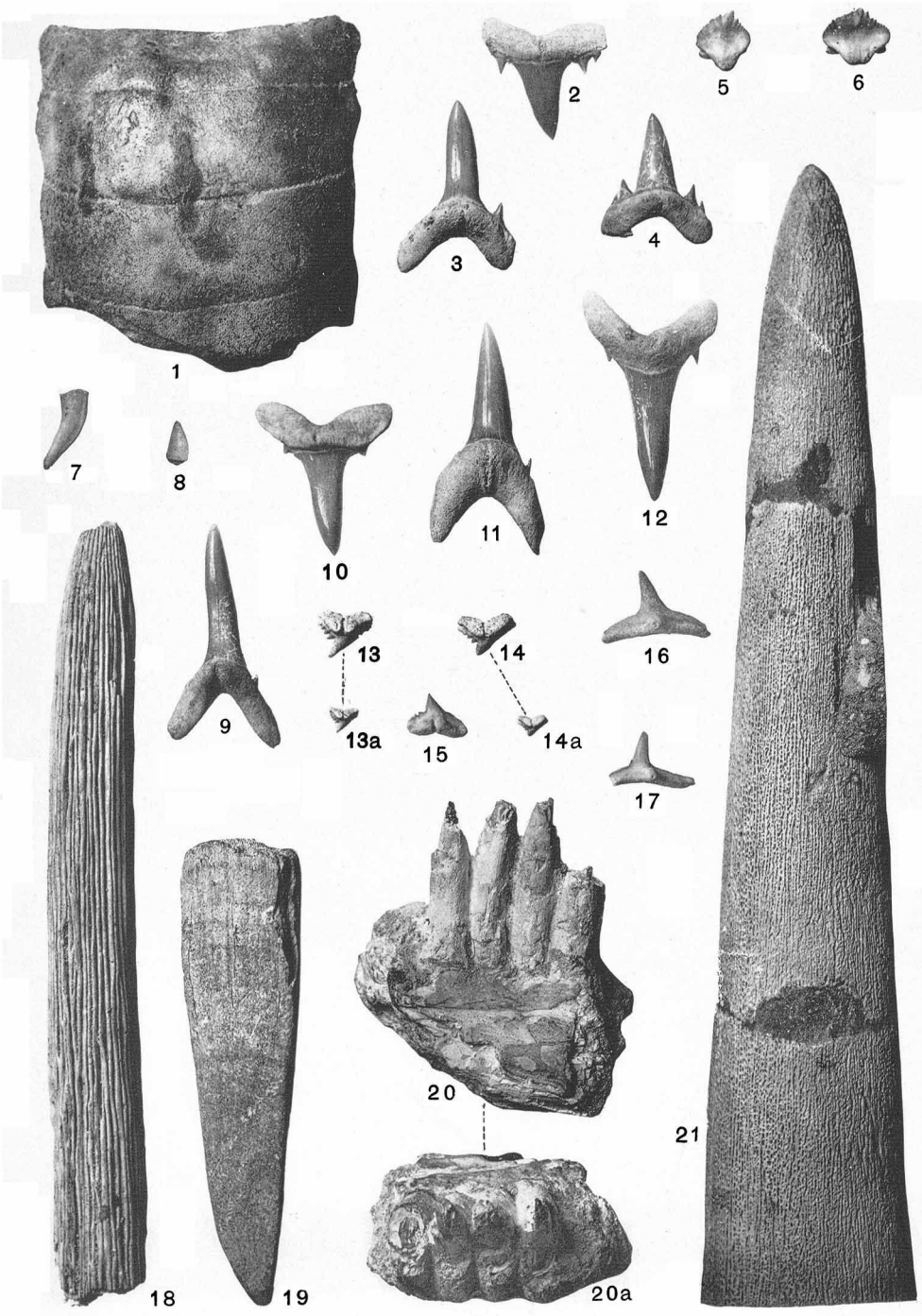
Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC



BIBLIOTHÈQUE DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS SORBONNE

Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

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



BIBLIOTHÈQUE DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS SORBONNE

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

Planche XX

1. — ***Myliobatis Dixoni.*** Plaque dentaire supérieure. Grandeur naturelle.

2, 3, 4. — ***Lamna Vincenti.*** 2, dent de la mâchoire supérieure ; 3, 4, dents mandibulaires. Vues par la face externe. Grandeur naturelle.

5, 6. — ***Ginglymostoma Blankenhorni.*** Dents vues par la face externe. Grandeur naturelle.

7, 8. — ***Trichiurus*** af. ***Oshosunensis.*** 7, crochet de la mâchoire supérieure, 8, dent mandibulaire latérale. Grandeur naturelle.

9, 10. — ***Odontaspis macrota.*** prémut. ***striata.*** 9, dent mandibulaire ; 10, dent de la mâchoire supérieure, vues par la face interne. Grandeur naturelle.

11, 12. — ***Odontaspis cuspidata*** var. ***Hopei.*** 11, dent mandibulaire, 12, dent de la mâchoire supérieure, vues par la face interne. Grandeur naturelle.

13, 13 a, 14, 14 a, 15. — ***Eugaleus minutissimus.*** Dents vues par la face interne. 13, 14, dents de la mâchoire supérieure $\times$ 2 ; 13 a, 14 a, les mêmes, grandeur naturelle. 15, dent mandibulaire $\times$ 2.

16, 17. — ***Squatina prima.*** Dents latérales vues par la face interne. $\times$ 2.

18. — ***Cylindracanthus rectus.*** Rostre grandeur naturelle.

19. — ***Pristis Lathami.*** Dent rostrale face supérieure. Grandeur naturelle.

20, 20 a. — ***Brychœtus Muelleri.*** Fragment de prémaxillaire vu : 20, par la face interne, 21, par la face supérieure. Grandeur naturelle.

21. — ***Xiphiorhynchus priscus.*** Rostre vu par la face supérieure. Grandeur naturelle.

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

Le Crétacé de Téboursouk (Tunisie)

par **V. Stchepinsky** [1].

Planche XXI.

Au cours d'une de mes missions de Tunisie (1934), j'ai eu l'occasion d'étudier en détail le Crétacé de la région de Téboursouk.

La stratigraphie tunisienne est déjà bien connue grâce aux travaux de M. L. Pervinquière, de M. L. Joleaud et de M. M. Solignac (sans parler des géologues qui les ont précédés) et je ne me serais pas permis de revenir sur cette question si la région de Téboursouk n'offrait pas deux particularités susceptibles de compléter et de préciser un peu la stratigraphie du Crétacé tunisien :

1° Téboursouk se trouve exactement à la limite de la Tunisie septentrionale de Solignac (Crétacé bathyal) et de la Tunisie centrale de Pervinquière (Crétacé néritique); le faciès bathyal est visible à 8 km. au Nord de Téboursouk, le faciès néritique s'observe à 15 km. au SW de cette ville.

2° Le Turonien, presque inconnu en Tunisie septentrionale, faute de fossiles, se présente sous forme d'un calcaire fossilifère à 15 km. à l'Ouest de Téboursouk.

*
* *

Les lignes tectoniques traversent la Tunisie suivant une direction générale SW-NE. Ce sont, plus exactement, des lignes en zig-zag subordonnées aux affleurements de noyaux triasiques. L'étirement subi par les terrains mis en contact avec le noyau de percement triasique empêche souvent d'estimer l'épaisseur normale de ces couches réduites parfois à quelques mètres de puissance. Les épaisseurs indiquées dans mes coupes ne sont donc pas toujours exactes.

I. — COUPE NORD

Cette coupe orientée est-ouest passe à 10 km. au NNE de Téboursouk entre le Djebel Bou-Debbous et l'Oued Kralled (ou Khalled).

1. Note présentée à la séance du 17 juin 1935.

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

Aptien. — Le terrain crétacé le plus ancien affleurant au Nord de Téboursouk est d'âge aptien. Il s'appuie contre le noyau triasique à l'Ouest et son épaisseur apparente de 800 m. n'est pas complète. Ce sont des marnes un peu schisteuses gris-bleu foncées, verdâtres, par oxydation, en surface. De rares bancs de calcaire très marneux (même couleur) s'intercalent vers la base qui appartient à l'Aptien inférieur (Bédoulien).

Le Bédoulien est pauvre en fossiles. Je n'y ai trouvé que des exemplaires de :

Parahoplites fissicostatus PHILL.

d'une dizaine de centimètres de diamètre, sous forme de moules en marne verdâtre et noirâtre intercalés dans les bancs marno-calcaires.

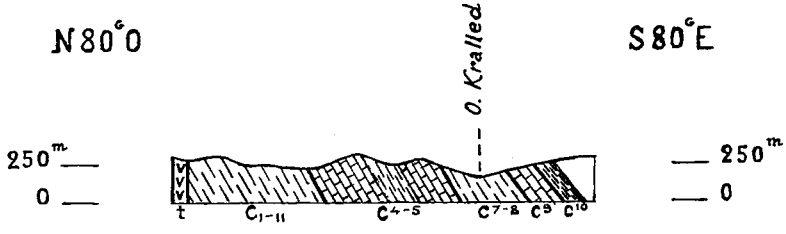


Fig. 1. — Coupe nord (Échelle au 1/50.000e).
C^{10}-Maëstr., C^{9}-Camp., C^{7-8}-Sén. inf., C^{4-5} Cénom., C_{1-11}-Apt., t-Tr.

Le Gargasien (Aptien supérieur) représente la majeure partie de l'étage. Il est uniquement marneux (ce qui est à noter) et contient une variété prodigieuse de petites Ammonites ferrugineuses de diamètre dépassant rarement 1 cm. Je n'en citerai que les plus répandues, afin de ne pas répéter la liste complète donnée par M. Solignac dans sa « Tunisie septentrionale » :

Oppelia nisus D'ORB.,
Acanthoplites gargasensis D'ORB. *var. attenuata* KILIAN,
Desmoceras difficile D'OBB.,
Desmoceras Revoili PERVINQUIÈRE,
Douvilleiceras Bigoureti SEUNES,
Lytoceras numidum COQUAND (in SAYN),
Ptychoceras laeve MATHERON,
Puzosia Emerici RASPAIL,
Puzosia sp.,
Phylloceras Morelianus D'ORB.,
Phylloceras Cypris FALLOT et TERMIER,
Phylloceras late-umbilicatum PERV.,

ainsi que des espèces variées de *Lytoceras*, de *Desmoceras*, de *Puzosia*, de *Kilianella*, de *Phylloceras* et autres genres.

Parmi les Bélemnites encore plus répandues que les Ammonites, je n'ai trouvé que trois espèces dont la dernière est plus rare, mais caractéristique :

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

Belemnites minimus Lister, *Belemnites ultimus* d'Orb. *et* *Belemnites aptiensis* Kil. (grande taille).

On trouve également les débris de :

Pollicipes glaber Roem.

L'ensemble de l'Aptien marneux est tout à fait homogène. Les strates sont recoupées par des filonnets extrêmement minces de calcite ferrugineuse à structure fibreuse et sans orientation prédominante.

Cénomanien. — Je n'ai trouvé aucune trace de l'Albien qui est généralement très pauvre en fossiles et n'est reconnaissable que grâce à ses marnes schisteuses noires. Cela ne veut pas dire qu'il n'existe pas dans cette partie de la région. Il se confond, peut-être, avec l'un des étages voisins ?

A la masse marneuse de l'Aptien succède le calcaire cénomanien aussi riche en fossiles que l'Aptien. Son épaisseur est d'environ 750 m. dont 150 m. forment une assise de marnes gris-bleu intercalée en entier au milieu des calcaires (entre 400 m. et 550 m. au-dessus de la base de l'étage).

Le calcaire cénomanien est tout à fait spécial à cet étage : il se débite en plaquettes absolument plates, assez minces (1 cm.) et à structure schisteuse. Elles sont légèrement jaunâtres, d'un blanc sale. Certains bancs, assez rares, sont constitués par du calcaire toujours jaunâtre en surface, mais bleu à l'intérieur. Ces bancs, d'un mètre d'épaisseur, ne sont pas en plaquettes.

Les fossiles se trouvent uniquement dans les calcaires sous forme de moules calcaires apparaissant entre les plaquettes. Les marnes du milieu ne contiennent que les deux espèces de Bélemnites indiquées déjà pour l'Aptien :

Belemnites minimus Lister et *Belemnites ultimus* d'Orb.

La faune d'Ammonites que l'on rencontre dans le calcaire est, par contre, d'une richesse et d'une variété extraordinaire. En détachant une plaquette calcaire, on est presque sûr de trouver l'empreinte d'un fossile. Je ne pourrais pas énumérer ici toutes les espèces que j'ai pu recueillir sur le terrain. En voilà quelques-unes :

Mortoniceras inflatum Sow.
Acanthoceras cf. Newboldi Kossmat.,
Acanthoceras Martimpreyi Coq.,
Acanthoceras rotomagense Defr.,
Phylloceras sp.
Lytoceras sp.
Puzosia Peronae Kil. (fossile ferrugineux),
Turrilites costatus Lmk. (de grande taille),
Scaphites sp.

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

Les calcaires bleuâtres marneux contiennent les deux Bélemnites précitées. La faune de la base de l'étage est nettement vraconnienne.

Sénonien inférieur. — Le Sénonien inf. (Emschérien) est uniformément marneux sauf un ou deux bancs calcaires situés vers sa base. Il est presque dépourvu de fossiles. Ce n'est qu'à sa limite avec le Cénomanien que j'ai réussi à trouver un niveau de marnes rempli de :

Pycnodonta Flicki PERV.

Les rares bancs de calcaire de la base contiennent parfois des moules fragmentaires d'Inocérames de grande taille.

On peut, pratiquement, dire que les 450 m. de Sénonien inférieur sont représentés par une masse homogène de marnes gris sombre sans fossiles ni stratification apparente. Les minces veines de calcite ferrugineuses en lamelles fines et fibreuses qui parcourent cette masse n'ont aucune orientation. Les marnes sont identiques à celles du Sénonien supérieur (Maëstrichtien). Les calcaires compacts d'un blanc pur éblouissant sont également typiques pour l'ensemble du Sénonien et se distinguent nettement de tous les autres calcaires tunisiens.

Il est, naturellement, impossible de distinguer les deux étages du Sénonien inférieur : Coniacien et Santonien.

En ce qui concerne le Turonien, je n'ai aucune donnée pour juger de sa présence.

Campanien. — Le Sénonien supérieur débute par une assise essentiellement calcaire d'âge campanien. Son épaisseur peut être estimée à 150 m. A part de minces intercalations marneuses, le Campanien est représenté par une succession de bancs de calcaire de dureté moyenne, plutôt marneux, d'un blanc éblouissant caractéristique. De petites veines de calcite marquent les cassures de ces bancs épais de 20-30 cm. La limite entre le Sénonien inférieur et le Campanien correspond à un changement de relief brusque. A Aïn-Djemala cette limite est suivie par l'Oued Kralled, tandis que la route de Téboursouk à Tunis est creusée dans les calcaires campaniens : ces derniers sont assez fossilifères. On y trouve :

Inoceramus regularis D'ORB., *Stegaster* sp.
Inoceramus Cripsii MONT., *Homoeaster* sp.,
Entomaster Rousseli GAUTH., *Austinocrinus Solignaci* VALETTE.

L'apparition d'Échinides est à noter. En ce qui concerne les

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

Crinoïdes, *Austinocrinus Solignaci* est un fossile bien caractéristique. A part cette espèce tunisienne, on ne connaît jusqu'à présent que deux espèces de ce genre : *Au. cubensis* VAL. de Cuba et *Au. Ercheti* DE LORIOL de Turkestan.

Maëstrichtien. — Le Sénonien supérieur (ainsi que le Crétacé en général) se termine dans les marnes qui commencent par un Maëstrichtien bien daté à la base, mais dont la limite supérieure se perd dans cette masse homogène de marnes sans fossiles dites « Suessoniennes » qui vont depuis le sommet du Crétacé jusqu'à la base des Calcaires subcristallins du Londinien-Lutétien (niveau phosphaté). J'ai remarqué, cependant, que dans ma région, la partie supérieure des Marnes suessoniennes est riche en rognons de gypse décomposé (avec, parfois, séparation du soufre).

Les fossiles du Maëstrichtien sont très peu variés, mais caractéristiques :

Balanocrinus africanus DE LORIOL. *Trochocyathus* sp.
Isocrinus Peroni DE LORIOL,

Les Crinoïdes caractérisent donc l'ensemble du Sénonien supérieur. Les bancs de calcaire sont extrêmement rares dans le Maëstrichtien, mais ce calcaire est bien le calcaire blanc éblouissant du Sénonien.

Laissant pour la fin la question de faciès, je vais maintenant exposer la série crétacée que j'ai observée au Sud de Téboursouk.

II. — COUPE SUD

La meilleure coupe du Crétacé de la partie sud de la région peut être suivie de l'Ouest vers l'Est, depuis le Djebel Rhazouane vers la route de Téboursouk au Kef, à environ 20 km. au SW de Téboursouk. La série crétacée y est d'une régularité parfaite (pl. XXI).

Aptien. — Le Crétacé commence ici, comme dans la coupe précédente, par de l'Aptien qui se trouve en contact anormal avec le noyau de percement triasique, mais son faciès est bien différent de celui du Djebel Bou-Debbous. Ce n'est plus une assise homogène de marnes, mais une alternance de marnes et de grès quartziteux (parfois quartzites) dont l'épaisseur est d'au moins 2 km. Les bancs de grès prédominent au milieu de l'assise (épaisseur : 200 m.) et forment la crête élevée (altitude : 700 m).

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

du Dj. Rhazouane. Ils deviennent plus rares vers le sommet de l'étage. Leur structure pétrographique est variable. A l'extrémité sud du Dj. Rhazouane ce sont de véritables quartzites exploitées dans la carrière du bordj Messaoudi.

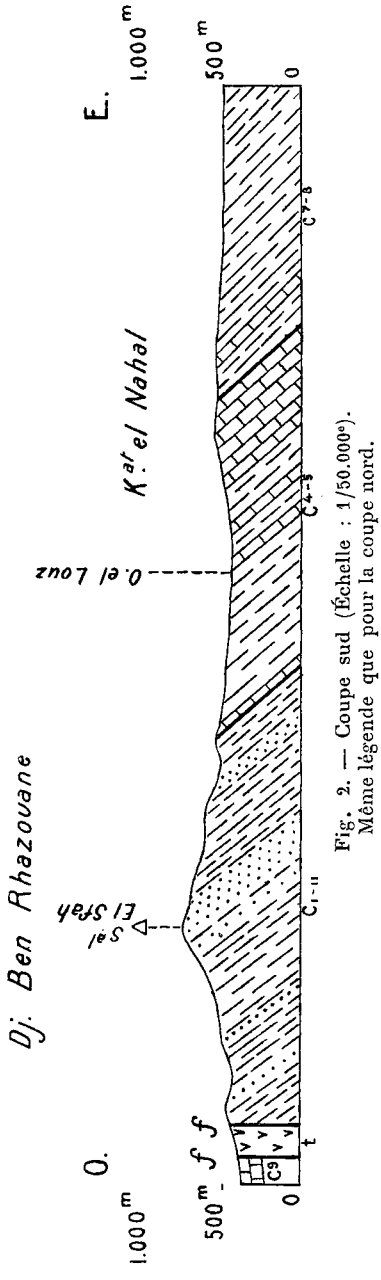


Fig. 2. — Coupe sud (Échelle : 1/50.000e). Même légende que pour la coupe nord.

La faune est également différente de celle du Dj. Bou-Debbous. Les espèces gargasiennes, que l'on rencontre vers le sommet plutôt marneux de l'étage, sont assez rares. On observe, par contre, les Orbitolines aptiennes depuis le contact avec le Trias jusqu'à la limite avec le Cénomanien. Le Bédoulien est caractérisé par :

Parahoplites fissicostatus PHILL.

Les Ammonites sont peu nombreuses ; la faune est surtout composée d'Échinides, de Brachiopodes, de Lamellibranches et de Polypiérites :

Hoplites fissicostatus PHILL. var. *H. Deshayesi*,
Hoplites (*Kilianella*) *paxiptycus* UHLIG.,
Douvilleiceras Bigoureti SEUNES,
Parahoplites cf. *Steinmanni* JACOB,
Belemnites Brunouricersis HALTZ,
Heteraster oblongus DE LUC,
Toxaster radula GAUTHIER,
Epiaster sp.,
Rhynchonella sp.
Variamussium alpinum D'ORB.,
Ostrea aquila D'ORB.,
Plicatula radiola LMK.,
Nautilus sp.
Tylostoma Rochelianum D'ORB ,
Pleurotomaria Coezi PERV.,
Cerithium Cornuelianum D'ORB.,
Orbitolina lenticularis BLUM.

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

Je n'ai mentionné que les fossiles les plus caractéristiques de la région. Les Échinides, les Orbitolines et les débris noirs d'*Ostrea aquila* se rencontrent en très grand nombre à peu près partout. *Rhynchonella* est abondante sur la crête du Dj. Rhazouane. Je n'ai trouvé, par contre, qu'un seul exemplaire de *Nautilus* (différent de *N. neocomiensis*). Ce faciès à Échinides (faciès à Spatangues) et Orbitolines inconnus au Nord de Téboursouk, indique nettement le caractère néritique des formations du Dj. Rhazouane.

Cénomanien. — L'Albien représenté par les calcaires et marnes schisteuses noirs à *Mortoniceras inflatum* Sow., n'existe qu'à l'Ouest de la vallée de l'Oued Arkou. Se confondant avec la base du Cénomanien, ou absent par suite de l'étirement diapirique, il n'est pas visible sur la coupe du Dj. Rhazouane-Oued El-Louz.

La limite supérieure de l'Aptien ne serait pas nette s'il n'y avait pas un banc de calcaires fossilifères en plaquettes jaunâtres intercalé entre les marnes gargasiennes et les marnes vraconniennes. C'est un véritable « banc-repère » très peu puissant, mais se poursuivant sur 6 km. Il contient :

Acanthoceras Newboldi Kossmat, *Mortoniceras inflatum* Sow.

Le Cénomanien (épaisseur totale : 1.700 m.) se divise en 3 assises (du bas vers le haut) :

a : **Assise marneuse** (épaisseur 800 m.). Ce sont des marnes verdâtres avec quelques rares bancs de calcaires marneux également verdâtres et rognoneux. Les fossiles sont très nombreux :

Acanthoceras Martimpreyi Coq., *Plicatula Fourneli* Coq.,
Acanthoceras Newboldi Kossmat, *Terebratula* sp.
Acanthoceras Mantelli Sow.,

et des nombreux Oursins (*Epiaster* sp. et autres).

La Térébratule et l'Epiaster, quoique non déterminés spécifiquement, existent dans la collection du Service des Mines de Tunis provenant du Cénomanien. Les marnes ressemblent beaucoup à celles de l'Aptien.

b : **Assise marno-calcaire** (épaisseur 450 m.). L'assise moyenne commence à l'Ouest par l'Oued El-Louz. C'est une alternance de bancs très réguliers de calcaires en plaquettes et de marnes bleu-gris contenant de nombreux fossiles dont les principaux sont les suivants :

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

Mortoniceras inflatum Sow., *Puzosia Paronae* Kil.,
Acanthoceras Villei Coq., *Turrilites costatus* Lmk.
Lytoceras Flicki Perv.,

Les marnes contiennent :

Belemnites minimus Lister, *Belemnites ultimus* d'Orb.

c : **Assise calcaire** (épaisseur : 450 m.). La chaîne de montagnes orientée NNE et passant à 2 km. à l'Est de l'Oued El-Louz est formée par du Cénomanien supérieur uniquement calcaire. Cette assise de calcaires en plaquettes jaunâtres ressemble tout à fait à celle que l'on observe au Nord de Téboursouk. Elle contient les Ammonites habituelles en très grand nombre. Je dois cependant signaler une trouvaille rare : squelette d'un poisson long de 10 cm. et imprimé sur une plaquette de calcaires que j'ai retirée dans une petite carrière (j'aurais dit « ardoisière », s'il n'était question que de sa destination !) située presque à la limite « Cénomanien-Sénonien inférieur ».

Sénonien inférieur. — L'Emschérien, indivisible, ressemble à celui du Nord. Les marnes grises sans fossiles possèdent quelques bancs de calcaire blanc éblouissant « sénonien » vers la base. Je n'y ai trouvé aucun fossile et la question concernant la présence du Turonien reste donc ouverte.

Campanien. — Le Campanien est caché par le Quaternaire et les alluvions de la vallée du Krib, mais sa succession au Sénonien inférieur est visible légèrement au Nord du tracé de la coupe, sur la route de la Mine de Fedj-el-Adoum. Ce sont uniquement des calcaires d'un blanc éblouissant qui ont déjà été décrits pour la coupe nord. Ils contiennent :

Inoceramus regularis d'Orb., *Stegaster altus* Seunes,
Entomaster Rousseli Gauthier, *Terebratula* sp.

Son épaisseur normale est réduite par une faille, après laquelle réapparaît de nouveau le Sénonien inférieur.

L'Assise marneuse du Maëstrichtien n'est pas visible.

III. — TURONIEN

« Le Turonien n'est connu avec certitude que des contreforts orientaux du Djebel Bou Kournine » (M. Solignac « Étude Géologique de la Tunisie septentrionale », 1927, p. 182). Il est

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

d'autant plus intéressant de signaler la découverte d'un Turonien daté par des fossiles et affleurant sur le versant ouest du Djebel Gorâa, aux environs des Mines Djebba. Les fossiles trouvés ne sont pas nombreux, mais leur âge géologique est certain.

Le Crétacé collé contre le grand massif triasique de Saint-Joseph-de-Thibar (à 15 km. à l'Ouest de Téboursouk) est très réduit à cause de l'étirement et n'affleure que sur 1 km. 5 de large entre la faille triasique de Djebba et l'Éocène du Djebel Gorâa.

Il débute par un Cénomanien calcaire (en plaquettes fossilifères) coupé et minéralisé en contact avec le Trias et se termine par une bande étroite du Sénonien supérieur : Campanien calcaire et Maëstrichtien marneux habituels.

Les terrains intermédiaires, très fossilifères, possèdent un caractère spécial. Ce sont surtout des calcaires blancs type « Sénonien » avec un peu de marnes gris-bleu intercalées.

La faune est composée presque uniquement par :

Micraster ou *Plesiaster Peini* Coq.

et différents Rudistes parmi lesquels :

Durania Flicki Toucas, *Biradiolites angulosissimus* Toucas et *Radiolites galloprovincialis* Math. (du gr. *R. angeiodes*).

On rencontre aussi :

Inoceramus regularis d'Orb.

On peut donc, cette fois, distinguer l'étage supérieur de l'Emschérien, c'est-à-dire : le Santonien.

En contournant la cuvette éocène perchée du Dj. Gorâa au SW, le Crétacé prend son ampleur normale dans l'axe du synclinal très allongé. L'affleurement du Sénonien inférieur mesure à lui seul 2 km. 5. Ce dernier est marneux, sans fossiles, sauf les 500 m. de sa base où les bancs de calcaires blancs « sénoniens » constituent une épaisseur totale égale à celle des marnes intercalées. Les calcaires sont riches en :

Inoceramus regularis d'Orb.

et les marnes contiennent :

Pycnodonta Flicki Perv.

Il s'agit du Djebel Faïd-el-Ouaya (à l'Ouest des ruines romaines de Douamiss = Rihana).

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

C'est dans ces calcaires blancs affleurant immédiatement au-dessus des calcaires en plaquettes du Cénomanien à Djebba et au Djebel Faïd-el-Ouaya que j'ai trouvé quelques exemplaires de fossiles turoniens :

Inoceramus Siccensis Pervinquière,
Inoceramus andinus Wilck,
Vola Lapparenti Choffat,
Radiolites Trigeri Coq. (du gr. *R. angeiodes*),
Pachydiscus peramplus Mant.,
Thomasites Meslei Pervinquière, variété à tubercules Perv.

Les espèces de Pervinquière sont identiques aux échantillons de sa collection et au dessin de son « Étude de Paléontologie tunisienne » (1912, t. II, p. 116, pl. VIII, fig. 2 et 1907, t. I, p. 345, pl. XXII, fig. 8).

Inoceramus andinus Wilck est représente par M. Heinz dans « Uber die Skülptur der Inoceramus Schale » (p. 33, pl. I, fig. 2).

Parmi les échantillons de L. Pervinquière exposés au Laboratoire de Géologie à la Sorbonne, ceux auxquels ressemblent les miens proviennent de la région de Mrhila (Sif-Et-Tella) et de Dyr-el-Kef.

Le *Radiolites Trigeri* est identique à celui de la collection Pervinquière (évasé comme un chandelier). Il n'a pas été déterminé, mais sa provenance est marquée comme turonienne.

Il est à noter que les groupes de Radiolites mentionnés comme santoniens existaient déjà au Turonien.

Ma découverte du Turonien à Téboursouk se limite donc à ces quelques espèces caractéristiques, malheureusement trop disséminées et trop rares pour permettre de « suivre » cet étage sur le terrain. Le calcaire blanc turonien se confond pratiquement avec les premiers calcaires du Sénonien inférieur.

IV. — CONCLUSIONS

L'interprétation des coupes exposées ci-dessus, nous permettra d'établir les variations de faciès du Crétacé de Téboursouk et de situer sa position par rapport à la région nord de M. Solignac et la région centrale de L. Pervinquière, autrement dit, nous allons démontrer son caractère intermédiaire entre la mer profonde de la Tunisie septentrionale et la mer moins profonde de la Tunisie centrale.

Il ressort déjà de l'examen rapide des deux coupes que la région

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

de Téboursouk doit être divisée en deux parties : nord et sud. Pour simplifier l'exposé de ce qui va suivre, nous ajouterons aux noms d'étages les mots « nord » ou « sud » pour distinguer seulement les deux parties de la région de Téboursouk.

L'Aptien nord, uniquement marneux et contenant une faune composée exclusivement (à quelques exceptions près) de petites Ammonites ferrugineuses et de Bélemnites, est nettement distinct de celui de L. Pervinquière (faciès méditerranéen, flysch). Il correspond, par contre, exactement au faciès bathyal de la Tunisie septentrionale si bien étudié et exposé par M. Solignac. La présence d'*Oppelia nisus* et de *Parahoplites fissicostatus* permet d'y distinguer réciproquement : le Gargasien et le Bédoulien.

L'Aptien sud, au point de vue faunique, est celui de la Tunisie centrale : presque tous les fossiles recueillis correspondent à ceux de la liste donnée par L. Pervinquière pour son Aptien et indiquent le caractère néritique de ce faciès à Spatangues. Les Oursins comme *Heteraster*, *Toxaster*, *Epiaster* et les Orbitolines prédominent ; les débris d'*Ostrea aquila* se rencontrent partout. Les Ammonites sont, par contre, très rares [1]. L'étage commence ici par ses assises inférieures, car les fossiles précités existaient déjà au Barrémien. Mais on y trouve, plus haut : *Toxaster radula*, fossile existant aussi dans le Gault. Tous les Gastéropodes et Lamellibranches sont néritiques.

Au point de vue lithologique, l'Aptien du Dj. Rhazouane est plus gréseux que celui donné comme type par L. Pervinquière qui n'indique que les marnes gréseuses et un genre de flysch vers la base. La crête du Dj. Rhazouane est constituée par une assise assez épaisse de grès quartziteux ; les bancs de grès sont également nombreux sur son versant ouest. Il y a, cependant, une analogie étroite avec le faciès spécial de Batene cité par L. Pervinquière comme exception à la « grande constance » de son Aptien.

On peut donc affirmer que Téboursouk se trouve à la limite nette de l'Aptien bathyal et de l'Aptien néritique.

Le Cénomanien nord possède une faune nettement bathyale. Cette dernière est composée uniquement d'Ammonites parmi lesquelles : *Phylloceras* et *Lytoceras*. Au point de vue lithologique, les calcaires séparés par une assise de marnes au milieu correspondent à la coupe donnée par M. Solignac.

Le Cénomanien sud marque un changement progressif de

1. Analogie avec la description de l'Aptien par F. Aubert, *Explication de la Carte géologique provisoire de la Tunisie*, Paris, 1892, p. 10-11.

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

faciès depuis sa base, qui est encore néritique comme l'Aptien sud, jusqu'au sommet qui se rapproche du faciès du Cénomanien nord. On trouve dans l'assise inférieure *a*, les Oursins, les Bivalves et les *Acanthoceras* parmi les Ammonites. Cela correspond bien au « faciès central » de L. Pervinquière, mais, d'après cet auteur, la limite nord de ce faciès passe bien au Sud de Téboursouk (parallèle de Thala). Il faut, cependant, remarquer que le faciès cénomanien néritique de Téboursouk ne concerne que *sa base*.

La faune des deux assises supérieures n'est représentée que par des Ammonites parmi lesquelles encore beaucoup d'*Acanthoceras*, mais aussi des *Lytoceras*.

Le Turonien et une partie du Santonien sont représentés par le faciès spécial de « calcaires à Hippurites » dont la faune correspond à celle citée par L. Pervinquière pour son Turonien sup. (Angoumien), sauf *Thomasites Meslei* indiqué au Turonien inf. de Mrhila (Sif-Et-Tella).

Ce gisement ne se montre d'ailleurs qu'en un seul endroit : à 15 km. à l'Ouest de Téboursouk.

Le Sénonien inférieur, semblable au Nord et au Sud, ne contient pas de fossiles (sauf *Pycnodonta Flicki* et quelques Inocérames à sa base). C'est seulement d'après sa constitution marneuse puissante qu'on peut juger de son caractère profond.

Le Campanien représenté uniquement par des calcaires est le même au Nord et au Sud. Au point de vue faunique, il se rapproche du « faciès tellien » de M. Solignac (Inocérames et Échinides, pas d'Ammonites), et du « faciès central » de L. Pervinquière.

Le Maëstrichtien, visible sur la coupe nord, est presque uniquement marneux et contient une faune de Crinoïdes. Il est donc nettement différent du faciès de Tunis si riche en Ammonites et reposant directement sur le Sénonien inférieur et se rapproche du « faciès tellien » de M. Solignac (tel qu'il est décrit dans son « Étude géologique de la Tunisie septentrionale »).

En résumé, on peut donc dire que la différence de faciès qui existe entre Téboursouk nord et Téboursouk sud, si accentuée au Crétacé inférieur et au début du Cénomanien s'atténue à partir du Cénomanien moyen et supérieur, époque à laquelle la mer atteint sa profondeur maxima.

L'épisode de « calcaires à Hippurites », du Turonien-Santonien inférieur mis à part, le Sénonien est caractérisé pour toute la région de Téboursouk par la diminution de profondeurs marines.

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

*
* *

En utilisant les données obtenues au cours d'une étude détaillée de la région de Téboursouk, j'ai essayé d'interpréter les associations fauniques et les constitutions lithologiques de chaque étage crétacé visible sur le terrain. Il faut donc considérer cet essai modeste comme un désir de contribuer un peu à la connaissance de la géologie régionale de Tunisie qui m'a paru si intéressante et si attrayante.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XXI

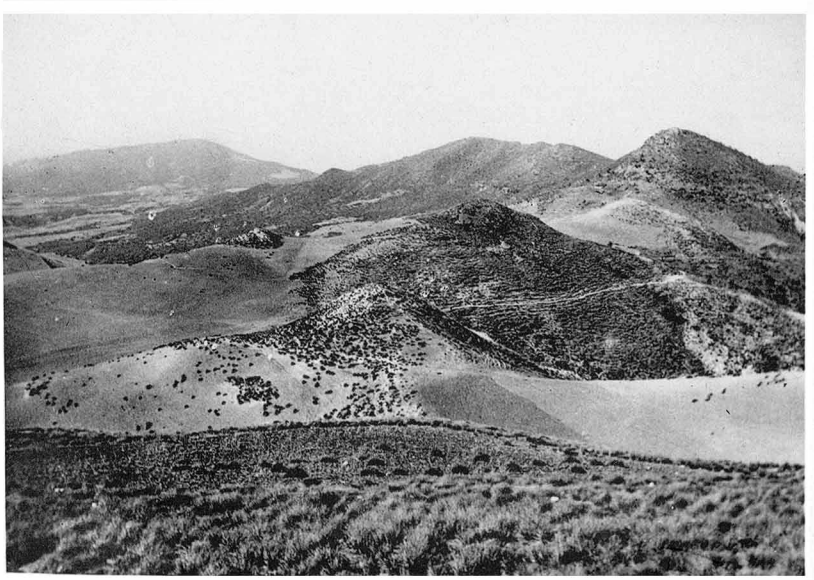
Les deux photographies prises du même point (route de la mine de Fedj-El-Adoum) en direction sud forment un panorama d'ensemble (fig. 1 à gauche, fig. 2 à droite).

FIG. 1. — Cénomanien de la vallée de l'O. El-Louz. On aperçoit, au milieu, les pendages représentés par des bancs de calcaire intercalés dans les marnes (assise *b*). Le Cénomanien sup. formé par une série de calcaires en plaquettes (assise *c*) constitue la crête boisée située à gauche.

FIG. 2. — Crétacé-Trias. Une faille transversale mettant en contact le Trias (à droite) et le Cénomanien inf. (assise *a*, à gauche) passe exactement par les sommets des trois collines pointues. Les deux grands djebels boisés, visibles à l'horizon, sont constitués par les grès quartziteux à Orbitolines de l'Aptien. La limite « Aptien-Cénomanien » passe à mi-flanc de ces deux collines.

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

1



Cl. V. Stchepinsky

2

BIBLIOTHÈQUE DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS SORBONNE

Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

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

Sur les Grès continentaux horizontaux de la Haute-Sangha (Afrique Équatoriale Française)

par **V. Babet** [1].

La région de la Haute-Sangha et celle attenante de Bouar-Baboua que j'ai récemment explorées, sont constituées par un soubassement plissé, à roches métamorphiques, recouvert par des grès horizontaux.

Ces derniers que j'ai appelés dans une récente description locale [2] *grès Baya* (du nom de la population) sont la continuation vers le Nord, des *grès du Sankourou-Loubilache*.

Je voudrais, dans cette note, tout en donnant une description succincte de la région, rapporter quelques observations susceptibles de préciser et de compléter nos connaissances sur ces derniers.

La région explorée par moi, qui s'étend entre Bangui et la frontière du Cameroun d'une part, et Bozoum et Nola de l'autre, est constituée par une ancienne pénéplaine profondément ravinée, dont la surface s'incline vers l'Est et le Sud-Est, c'est-à-dire vers le centre de la grande cuvette congolaise.

La Kadeï et la Mambéré qui se réunissent à Nola pour former la Sangha, y coulent dans une direction à peu près nord-sud, tandis que la Lobaye, affluent de l'Oubangui, la traverse du NW vers le SE. Plus au Nord, les rivières qui en proviennent appartiennent au bassin de la M'Poko, autre affluent de l'Oubangui ou de l'Ouham du bassin du Chari.

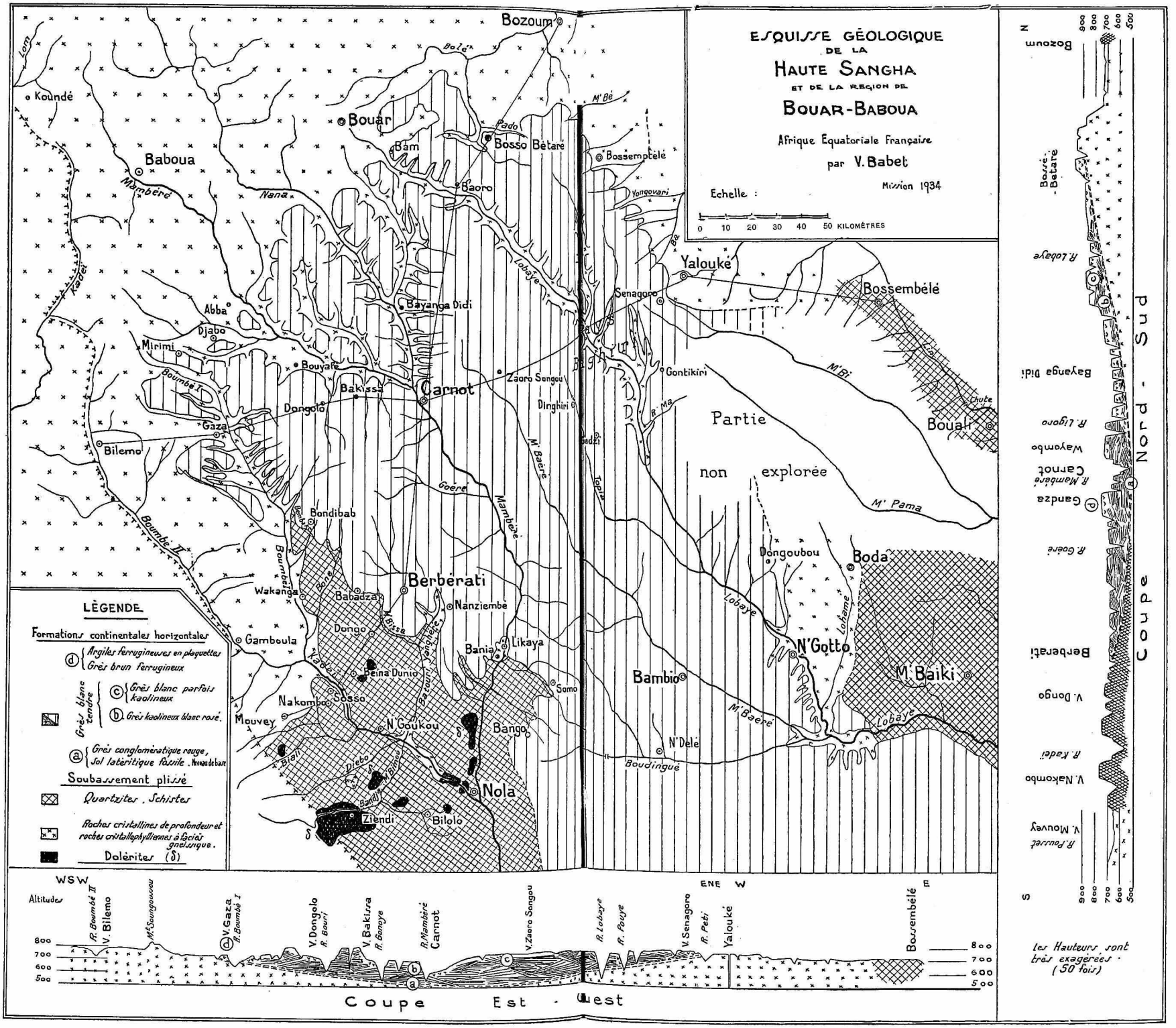
Les points les plus élevés se trouvent vers le Nord et le Nord-Ouest. Ils atteignent [3] 1.000-1.200 m. (Plateau de Zoukoundi, environ de Baboua, de Bouar). Vers le Sud et le Sud-Ouest, les cotes s'abaissent dans l'ensemble, et les sommets se tiennent entre 700-800 m. Carnot, au centre de la région, est à environ 570 m. sur le bord de la Mambéré qui y coule à 510 m. Plus au Sud, Berbérati, le chef-lieu de la Haute-Sangha, est à

1. Note présentée à la séance du 17 juin 1935.

2. V. Babet. Esquisse géologique provisoire de la région comprise entre Bangui et la frontière du Cameroun. *La Chronique des Mines coloniales*, 4e année, n° 38, pp. 160-164, 1 carte, Paris, 1933.

3. Ces altitudes sont approximatives, relevées à l'altimètre. Pour fixer les idées, nous rappellerons que le niveau de l'Oubangui à Bangui est à 353 m. et celui du Congo à Brazzaville à 289 m.

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



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

560 m., et Nola au confluent de la Mambéré et de la Kadeï est à 450 m. environ.

*
* *

Le complexe du soubassement est constitué par des roches métamorphisées à des degrés divers : ce sont vers l'Ouest, du côté du Cameroun, des roches cristallines (granites, diorites, gabbros) et des roches à faciès gneissique (ortho et paragneiss) auxquelles succèdent, vers l'Est, des micaschistes, des grès micacés, des phyllades et des quartzites.

La zone d'affleurement des roches cristallines et métamorphiques est caractérisée par un modelé mamelonné avec de larges vallées et de nombreux vallons à profil arrondi, contrastant avec les zones voisines qui ont conservé la couverture gréseuse. Celles-ci ont un caractère tabulaire, à surface peu ondulée, mais entaillée par des vallées à parois abruptes au fond desquelles apparaissent les roches métamorphiques.

*
* *

Des coupes à travers la région, notamment E-W entre Bangui et la frontière du Cameroun, et N-S entre Bozoum et la région de Nola, montrent nettement que le soubassement ancien formait, avant le dépôt des grès une cuvette allongée dans la direction du Cameroun et communiquant, sans doute par le SE, avec la grande cuvette congolaise.

Les dépôts de remplissage sont essentiellement constitués, dans la Haute-Sangha, par des grès plus ou moins conglomératiques ou grossiers dont les éléments proviennent du soubassement.

Voici la coupe que nous relevons près de Carnot, au confluent de la Mambéré et de la Nana. De bas en haut :

1° *Soubassement métamorphique* : gneiss.
2° *Niveau de base* : grès conglomératique à ciment argilo-sableux, rouge brique.
3° *Grès grossier* conglomératique, tendre, *kaolinique et rosé.*
4° *Grès analogue*, mais *moins kaolinique et blanc.*
5° *Grès brun violacé ferrugineux* passant, à la partie supérieure, à des *argiles gréseuses*, *ferrugineuses*, en plaquettes brunes.
6° *Alluvions*, *cailloutis.*

Cette coupe est typique. Relevée au milieu de la cuvette, elle peut être reconstituée dans toute la région, en tenant tou-

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

tefois compte des variations de faciès d'ailleurs peu importantes, ou de l'absence de certains éléments, due soit à une lacune réelle aisément explicable, soit à l'érosion. Voici les observations concernant chacun des termes en particulier :

A. — *Niveau de base.* *a*) Au confluent de la Nana et de la Mambéré, c'est une sorte de grès rouge brique qui fait penser à un *sol latéritique fossile.*

b) A Nan'Ziembé (sur la route nord-sud entre Bania et Berbérati), c'est un véritable conglomérat à ciment argilo-sableux également rouge brique, dont les éléments sont des grès micacés et des gneiss identiques aux roches du soubassement qui affleurent au voisinage.

c) Dans la Bembaké et dans la Béyéli (sur la piste de Berbérati à Gaza), nous avons vu un conglomérat analogue, mais à éléments beaucoup plus gros.

d) A Somo (sur la route nord-sud entre Bania et Nola) c'est une argile compacte, fine, rouge dont le dépôt paraît s'être effectué dans un bassin tranquille.

e) A Zaouane (pays Baghiri) nous n'avons pas vu le *conglomérat rouge* lui-même, mais les pointements de gneiss qui affleurent dans la vallée sont cariés, avec des traces d'altération superficielle qui témoignent d'une exondation avant le dépôt des grès.

Ainsi le niveau de base est caractéristique : ou bien la série gréseuse débute par un complexe ferrugineux rouge, d'origine plus ou moins latéritique, généralement conglomératique, ou bien elle repose sur des roches cariées rappelant une ancienne surface topographique.

B. — *Les grès horizontaux proprement dits* (grès de la Goéré et de Carnot) sont tendres, kaoliniques, à grains tantôt fins, tantôt grossiers et à stratification entrecroisée avec lits conglomératiques. Ils ont tous les caractères d'une *formation fluvio-lacustre.* A la partie inférieure, ils sont toujours chargés de *kaolin* et de *couleur rougeâtre ou rose*, tandis que dans la zone supérieure ils sont *moins kaoliniques* et *toujours blancs* à moins que, par altération superficielle, ils ne soient colorés en jaune ou en rouge. La démarcation en deux zones ne saurait toutefois être précisée, le passage se faisant insensiblement de l'une à l'autre.

Au SW de Carnot, les grès atteignent l'altitude de 800 m. La cote du *niveau de base* dans la Mambéré étant de 510 m., nous estimons que l'épaisseur totale conservée, pour l'ensemble des grès blancs et roses, est de 300 m. environ.

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

C. — *Les grès ferrugineux* sont brun-violacé ou terreux, toujours ferrugineux, caractères qui les distinguent nettement des précédents. Comme ces derniers, ils sont à stratification entrecroisée, à grains tantôt fins, tantôt grossiers, souvent conglomératiques. Généralement friables, ils ont parfois une certaine consistance due au ciment limoniteux.

A la partie supérieure, ces grès bruns passent à une sorte d'argile terreuse, fine, en plaquettes, qui, latéritisée, forme à la surface du sol, parmi les éléments désagrégés du grès (galets, gravier) des rognons aplatis que les indigènes utilisent comme minerai de fer.

Près de Baoro, au carrefour des routes de Bouar, de Carnot et de Bozoum, on observe sur le bord de la vallée de la Guidi un affleurement de grès blanc typique de quelques mètres seulement — lentille ou lambeau témoin — encastré entre le niveau de base conglomératique qui affleure plus bas dans la vallée, et le niveau de grès bruns ferrugineux dont les éléments se retrouvent plus haut sur la route. Ceci montre la diminution d'épaisseur du grès blanc sur le bord de la cuvette. Au delà, le grès blanc disparaît, et le grès brun ou même seulement les argiles en plaquettes qui les accompagnent, se substituant au *niveau de base A*, repose directement sur le vieux socle. Dans la région, à l'Ouest de la rivière Boné, sur la piste de Berbérati à Gaza, les hauteurs sont recouvertes par les grès brun-violacé reposant directement sur les roches métamorphiques (village de Naho). En d'autres endroits (Bouyafé, Miami, routes de Baoro à Bouar, à Bossé-Bétaré) on ne trouve plus sur le gneiss que des fragments d'argile en plaquettes plus ou moins latéritisés avec des galets remaniés, provenant de la désagrégation des grès conglomératiques. Ces formations se présentent sur les hauteurs comme des taches, ultimes témoins de ces dépôts fluvio-lacustres, qui sembleraient s'être effectués dans des flaques d'eau.

La distribution des grès bruns et des argiles ferrugineuses en plaquettes montre que ces formations ne se superposent pas régulièrement au grès blanc. En effet, à Baoro les argiles ferrugineuses sont à 850 m. A une dizaine de kilomètres plus au Nord, elles atteignent la cote 950 et à Carnot la cote 600. Elles font défaut à la cote 800 entre Carnot et Gaza. Nous sommes donc amenés à les considérer comme une formation indépendante du grès blanc, marquant une ère nouvelle dans l'histoire du bassin. Tandis que le grès blanc kaolinique est le résultat du comblement de la cuvette, le grès brun en est le produit de remaniement à partir d'un nouveau cycle hydrographique.

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

Sur les bords de la cuvette, le grès brun se confond, il est vrai, avec les formations du niveau de base. Mais son développement s'y explique aussi et surtout par le fait que l'hétérogénéité des roches y a facilité l'érosion et le creusement de grandes vallées où se sont redéposés les produits remaniés.

De même, nous retrouvons ces grès ferrugineux sur les sommets qui bordent la Mambéré, la Lobaye, etc... [1] En ce sens ils correspondent aux plus anciennes terrasses.

Il est probable que les dépôts d'argile ferrugineuse en plaquettes ont continué au cours de ce nouveau cycle hydrographique à se déposer dans les zones d'inondation des cours d'eau à la suite des crues.

D. — *Dépôts de terrasses et autres formations superficielles récentes.*

1° Nous avons observé des terrasses dans toutes les grandes vallées :

a) A Gandio, notamment sur le bord de la Kadeï, affleure un conglomérat qui a des analogies frappantes avec le grès brun supérieur. Ses éléments sont des galets de quartz roulés provenant des grès blancs ou bruns remaniés, réunis par un ciment latéritique.

b) A Nola les berges de la Mambéré et de la Kadeï sont constituées par de puissantes formations conglomératiques, à stratification entrecroisée, représentant des terrasses.

c) Dans la vallée de la Mambéré près de Carnot, des terrasses sont représentées par des grès terreux analogues au grès brun ferrugineux. Nous avons retrouvé un cailloutis plus ou moins analogue sur les bords de la Lobaye, de la M'Bi, de la M'Poko.

2° A ces formations superficielles, il faut ajouter les *roches polymorphes* formées par la silicification de grès blancs. Elles se rencontrent principalement dans la partie méridionale du bassin (Bania, Zaou-Méra, Boudingué), généralement disséminées dans des fonds de vallées, et rien n'implique qu'elles soient toutes du même âge.

3° La décomposition des grès blancs a produit de puissants dépôts de *sables alluviaux* qui forment de vastes savanes, principalement dans la région de Carnot et entre Berbérati, Nola et Bambio.

4° L'entraînement de ces sables dans des bas-fonds forme les amas blancs de neige de *sable des cuvettes* composé de grains de

1. Il est probable que ces grandes rivières ont suivi le cours des dépressions préexistantes dans la cuvette primitive.

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

quartz lessivés recouvrant souvent une sorte de grès tendre brun chocolat chargé de matières organiques et à restes végétaux témoins du fond de l'ancienne cuvette. Parfois, les grains de quartz sont agglutinés par un ciment kaolinique et forment, dans ces petits bassins, des grès kaoliniques de néoformation (Boudingué).

En résumé, dans les dépôts gréseux qui occupent la cuvette de la Haute-Sangha, nous distinguons les termes suivants se répartissant sur deux phases distinctes :

I. — *Phase de comblement de la cuvette.*

1° *Sol latéritique fossile, conglomérat ou argiles rouges,* en rapport avec la surface topographique.

2° *Dépôt fluvio-lacustre* de grès toujours rosés, kaoliniques à la base, blancs à la partie supérieure.

II. — *Phase de remaniement* consécutive à l'établissement d'un nouveau cycle hydrographique et à son évolution, se répartissant sur deux périodes sans qu'il soit possible de marquer une séparation nette.

A. **Période de début.**

1° *Dépôt de grès bruns* ou rouge-violacé et d'argiles gréseuses ferrugineuses.

2° *Roches polymorphes* par silicification ; formation dans de petits bassins, de *grès kaoliniques récents* (indépendants de ceux de la 1re phase). Ces formations s'étendent aussi sur la période suivante.

B. **Période d'approfondissement des vallées.**

1° *Dépôt d'alluvions des terrasses* : conglomérats latéritiques de Gandio, de Nola, de Salo, etc...

2° *Dépôt des sables de cuvettes.*

En rapprochant ces observations de ce qui est connu dans les régions plus méridionales du bassin du Congo, nous déduisons les conclusions générales suivantes :

1° Les grès blancs kaoliniques de la Haute-Sangha représentent les *grès du Loubilache-Sankourou*, mais en réservant ce terme aux seuls *dépôts effectués pendant la phase de comblement de la cuvette.* Ces dépôts non fossilifères, considérés comme équivalents du *Cave Sansdtone* de la *série de Stormberg* (Rhétien), peuvent très bien correspondre à un système continental comprenant des éléments d'âge antérieur et postérieur. Ils constituent

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

une entité géologique distincte des formations postérieures au comblement de la cuvette.

2° Les *grès bruns ferrugineux* de la Haute-Sangha qui appartiennent à la série géologique inaugurée avec l'établissement du nouveau système hydrographique, doivent, à notre avis, être homologués aux *roches à fossiles d'eau douce de Kounzoulou* que nous avons décrites comme probablement d'âge tertiaire [1] et qui appartiennent du moins à la *période post-loubilachienne*. La même série ou le même système est caractérisé plus au Sud par des formations analogues (Mont Bunza, Lubudi, etc...) [2] que MM. Polinard et Jamotte considèrent comme se rapportant au *Kalahari*.

A la même période se rattachent les *sables batékés* de la région au Nord de Brazzaville qui témoignent, comme nous l'avons montré [3], d'une certaine action éolienne, des *grès kaoliniques* de néoformation remplissant de petits bassins indépendants, ainsi que les *roches polymorphes* que nous avons suivies le long du Congo où elles sont surmontées d'une épaisse couche d'alluvions.

1. V. Babet. Les premiers Mollusques fossiles recueillis en Afrique équatoriale française dans les formations du bassin intérieur du Congo. *Comptes rendus Acad. Sciences*, t. 200, p. 474, Paris, 1935.

2. M. Leriche. Notes sur la paléontologie du Congo. *Revue de Zool. afric.*, VIII, 1, 1920. — Les fossiles des « Grès polymorphes » aux confins du Congo et de l'Angola. *Ibid.*, XV, 4, 1927.

E. Polinard. Découverte de gisements fossilifères d'eau douce sur les versants du Lubudi, au Katanga méridional. *Annales Soc. géol. de Belgique. Publ. relat. au Congo*, t. LV, p. 62, Liége, 1933.

A. Jamotte. Extension des formations du type des « Formations du Kalahari » dans le Katanga septentrional. *Annales Soc. géol. Belgique. Publ. relat. au Congo*, t. LVIII, Liége, 1935.

3. V. Babet. Observations géologiques dans la partie méridionale de l'Afrique Équatoriale Française. Paris 1932, p. 116.

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

Sur quelques gisements de Mammifères pontiens d'Irak

par **F. Biraud** [1].

Mammifères du Pontien de l'Irak

par **Jean Piveteau.**

Les fossiles dont M. Piveteau a bien voulu entreprendre l'étude, voir p. 468, proviennent tous d'assises appartenant à la formation de Bakhtiari, elle-même subdivision du puissant complexe néogène qui affleure largement dans les avant-plis de bordure de la grande chaîne iranienne, en Perse méridionale et en Mésopotamie.

Les gisements se situent sur le flanc nord-est de trois importants anticlinaux :

le Djebel Hamrin, étudié par M. T. A. Pitt qui a pu recueillir de nombreux ossements ;

l'anticlinal de Tauq, où j'ai suivi sur une longueur d'une vingtaine de kilomètres un horizon défini, qui s'est révélé en plusieurs points particulièrement fossilifère ;

l'anticlinal de Kormor, beaucoup moins riche en fossiles, mais dont une assise m'a fourni cependant plusieurs dents d'*Hipparion*.

STRATIGRAPHIE

La succession stratigraphique étant très comparable dans les trois anticlinaux mentionnés ci-dessus, il suffira de la décrire dans l'un d'eux, celui de Tauq par exemple. Mon seul but sera de fixer la position des fossiles dans le complexe néogène, dont la description détaillée a déjà été faite, en particulier par Pascoe [2] et par de Böckh [3].

L'anticlinal de Tauq se présente sous l'aspect d'une longue et étroite chaîne de collines de direction NW-SE. Le flanc sud est plus ou moins obscurci par des formations alluviales récentes. Le flanc septentrional, par contre, profondément disséqué par

1. Note présentée à la séance du 18 février 1935.

2. Pascoe E. H. Geological notes on Mesopotamia with special references to occurences of Petroleum. *Mem. Geol. Surv. India*, vol. XLVIII, p. 1-90, Calcutta, 1922.

3. Gregory J. W. The structure of Asia, 1929. Londres, Methuen. Chap. 3. Contribution to the Stratigraphy and Tectonics of the iranian Ranges, by Dr. H. Böckh, Dr. G. M. Lees, and F. D. S. Richardson, p. 105-118.

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

l'érosion, montre au jour une suite de plusieurs milliers de mètres de sédiments :

1° le *Lower Fars* affleure dans le noyau du pli. Il est essentiellement constitué par un ensemble de marnes lagunaires et de bancs de gypse massif alternant avec de minces lits de calcaire.

2° l'*Upper Fars* qui vient au-dessus est formé d'une succession marno-gréseuse atteignant 800 m. d'épaisseur et se présentant partout avec une grande uniformité de faciès. Les marnes, de couleur rouge, sont beaucoup plus épaisses que les grès où la stratification entrecroisée est fréquente. Cette formation, dans l'ensemble détritique et d'eau douce, possède cependant à sa base quelques intercalations laguno-marines sous formes de marnes grises et de minces assises calcaires parfois très fossilifères, que des études antérieures ont permis d'attribuer au Vindobonien.

Si l'on fait abstraction de ces couches de base dont l'âge est connu, les roches sont pour ainsi dire stériles.

3° On désigne sous le nom de Bakhtiari l'ensemble des formations détritiques et d'eau douce qui font suite à l'Upper Fars. La limite inférieure est définie par l'apparition dans les bancs de grès de galets de roches dures (calcaires, cherts, roches vertes, etc...) provenant de l'érosion des chaînes iraniennes. Il ne s'agit là que d'une limite de faciès commode pour les besoins de la carthographie, mais sans valeur stratigraphique précise ; l'apparition des premiers galets dans les grès est, en effet, souvent sporadique et marque seulement le caractère plus grossier de la sédimentation.

Dans l'ordre ascendant plusieurs divisions peuvent être faites :

a) à la base, alternances de marnes rouges et de grès dans lesquels la stratification entrecroisée s'observe fréquemment. Les galets, d'abord rares et irrégulièrement disséminés dans les assises gréseuses, augmentent graduellement en nombre jusqu'à former de véritables conglomérats dont les éléments dépassent rarement une taille de 2 à 3 centimètres. Ces conglomérats ne sont pas absolument continus ; ils ont l'aspect de longues lentilles interstratifiées avec des grès grossiers, formant des horizons atteignant parfois une vingtaine de mètres de puissance et s'étendant latéralement sur de grandes distances. L'une de ces couches dont la position stratigraphique se place à 1.300 m. environ de la base de l'Upper Fars, a fourni de nombreux ossements de Mammifères.

Les fossiles sont disséminés dans le banc sur une longueur d'une vingtaine de kilomètres. Les dents et les ossements d'*Hip-*

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

parion sont fréquents, par contre les ossements de Mastodon sont beaucoup plus rares. Cependant, j'en ai trouvé trois beaux gisements : l'un d'eux est situé à 1 km. 500 au NW du point où la rivière Qadha Chai coupe l'horizon considéré, les deux autres à 3 km. 500 et à 8 km. au SE de cette rivière. Dans ce dernier a été découverte une mandibule en bon état de conservation.

Des dents d'Hipparion, en très petit nombre, existent également dans deux couches conglomératiques au-dessous et au-dessus du niveau précédemment décrit, dont elles sont séparées respectivement par des lits marneux de 40 et 60 m. d'épaisseur.

Les molaires d'*Hipparion* découvertes dans l'anticlinal de Kormor appartiennent à un gisement de faciès identique situé à 8 km. à l'Est du village de Kani Kadir.

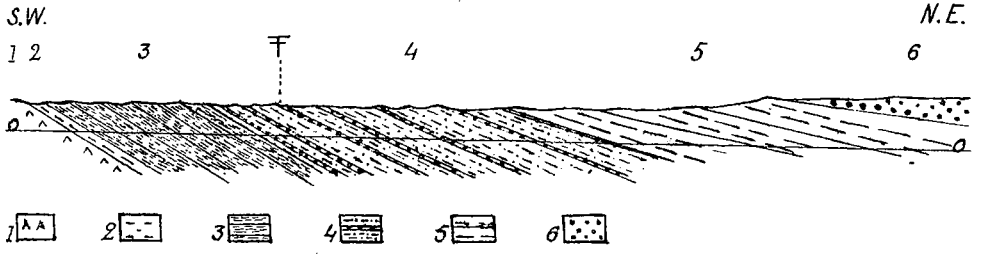


FIG. 1. — Coupe schématique du flanc septentrional de l'anticlinal de Tauq.
1 : Lower Fars. — 2 : intercalations lagunomarines de la base de l'Upper Fars. 3 : marnes et grès détritiques de l'Upper Fars. — 4 : marnes, grès à galets et conglomérats de la partie inférieure du Bakhtiari. — 5 : complexe marneux de la partie moyenne du Bakhtiari. — 6 : conglomérats de la partie supérieure du Bakhtiari. — F : horizon à ossements,
$h = l = 1/60.000$ environ.

Quant aux fossiles trouvés par M. T. A. Pitt dans le Djebel Hamrin, ils proviennent également de couches très semblables, mais je ne possède pas de données précises sur la position géographique exacte du gisement.

Ces découvertes nouvelles viennent confirmer l'âge pontien des sédiments de la partie inférieure du Bakhtiari.

b) Un complexe, surtout marneux, sans fossiles. Les grès, en général, très minces sont souvent dépourvus de galets.

c) De puissants conglomérats, stériles, à galets de grande taille (10 cm.) formant une chaîne de hautes collines qui borde le flanc septentrional de l'anticlinal.

d) Quelques horizons de marnes brunâtres peu épaisses.

De nombreuses discordances s'observent sur toute l'épaisseur du Bakhtiari, dont la puissance atteint dans le pli de Tauq 2.200 mètres.

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

MAMMIFÈRES DU PONTIEN DE L'IRAK

par JEAN PIVETEAU.

Je ne m'étendrai pas sur les conditions de gisement des Mammifères pontiens d'Irak, très clairement indiquées dans la note de M. Biraud.

Les deux gisements principaux : le Djebel Hamrin et l'anticlinal de Tauq renferment les mêmes espèces. Tous ces points correspondent évidemment à une même zone fossilifère.

PROBOSCIDIENS

Mastodon (*Tetrabelodon*) *longirostris*.

Le genre Mastodon est représenté par une branche de mandibule avec dentition et de nombreux fragments d'os longs.

Les caractères des molaires correspondent à ceux du *Mastodon* (*Tetrabelodon*) *longirostris*. Cette espèce est tout à fait caractéristique du Pontien.

PÉRISSODACTYLES

Équidés.

Hipparion gracile KAUP.

Les gisements de l'Irak, comme presque tous les gisements pontiens, sont très riches en restes d'*Hipparion*. Nous avons pu étudier plusieurs dents supérieures et inférieures, des os canons, des astragales, des portions d'humérus, etc.

Toutes ces pièces dénotent plutôt une forme de petite taille mais ne dépassant pas l'amplitude des variations de l'*Hipparion gracile*. Les caractères des dents indiquent d'ailleurs l'identité complète de notre exemplaire avec celui de Maragha.

Nous n'insisterons pas ici sur la vaste répartition d'*Hipparion gracile*, qui est le fossile le plus abondant et le mieux connu de la faune pontienne.

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

ARTIODACTYLES

Girafidés.

Achtiara sp.

Les Girafidés ne sont représentés dans notre collection que par des portions d'os de membres. Une extrémité distale de métacarpien correspond, par ses dimensions comme par sa morphologie, à l'*Achtiara cœlophrys* de Maragha. C'est à ce genre que nous rapportons les diverses pièces examinées, sans pouvoir, à cause de la pénurie de nos matériaux, affirmer l'identité spécifique de l'espèce de l'Irak et de celle de Maragha.

BOVIDÉS

Les Bovidés ne sont connus que par des chevilles de cornes dont la détermination précise est souvent malaisée.

Oioceros Rothi Wagn.

Nous rapportons à cette faune une cheville de cornes en partie brisée qui présente d'étroites analogies avec les échantillons de Maragha ainsi dénommés par de Mecquenem.

Cette espèce se trouve ainsi représentée à Pikermi, Salonique, Maragha, Irak.

Gazella deperdita Gervais.

Les chevilles osseuses que nous rapportons à cette espèce ne diffèrent par aucun caractères essentiels de la faune de Maragha.

G. deperdita offre une grande aire de dispersion puisqu'on la connaît depuis la région rhodanienne jusqu'à Maragha et l'Irak.

Gazella Gaudryi Schlosser.

Une cheville osseuse assez comprimée latéralement, à surface fortement cannelée, peut être attribuée à cette forme.

Cette espèce a déjà été signalée dans le Pontien de Pikermi, Samos, Salonique, Maragha, etc.

Gazella sp.

Notre collection renferme les chevilles osseuses d'une Gazelle de grande taille qui ne correspond exactement à aucune des

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

espèces déjà décrites du Pontien. La pénurie des matériaux ne nous permet pas de créer, avec de tels documents, une espèce nouvelle.

CONCLUSIONS

La faune des Mammifères pontiens de l'Irak comprend donc actuellement les espèces suivantes :

Mastodon longirostris.
Hipparion gracile.
Achtiaria sp.
Gazella deperdita.
G. Gaudryi.
G. sp.
Dioceros Rothi.

Ce sont là des espèces banales du Pontien ; au point de vue morphologique, nos échantillons présentent beaucoup d'analogies avec ceux de Maragha [1].

L'intérêt de ces trouvailles est d'étendre l'aire géographique, de la faune pontienne et d'en affirmer à nouveau la parfaite homogénéité.

1. Voir Mecquenem (R. de). Contribution à l'étude des fossiles de Maragha (*Annales de Paléontologie*, t. XIII, 1924, p. 135-160 et t. XIV, 1925, p. 1-36).

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

Thysanoptères des couches de potasse du Haut-Rhin

par **H. Priesner** et **F. Quiévreux**[1].

Planches XXII et XXIII.

Les matériaux qui ont livré les Thysanoptères étudiés ici, proviennent des mines de potasse d'Alsace, situées dans le Haut-Rhin, aux environs de Mulhouse. La couche inférieure de potasse contient un niveau fossilifère riche en insectes et en plantes, constitué par un lit d'argile de quelques centimètres d'épaisseur[2]. Le dépôt appartient à l'Oligocène inférieur et probablement à la partie inférieure du Sannoisien. La couche de potasse contenant le niveau à insectes est incluse dans une formation salifère très épaisse (allant jusqu'à près de 1.000 m. d'épaisseur), qui est venue combler, au fur et à mesure de l'affaissement, la fosse ouverte au début de l'Oligocène, entre les Vosges et la Forêt-Noire. Au sommet de la formation salifère, un niveau-repère de marnes à Foraminifères et de schistes à *Amphisile* définit nettement la base du Stampien. A 30 m. environ sous la couche inférieure de potasse, un autre repère stratigraphique est donné par des marnes fossilifères saumâtres qui ont livré entre autres *Cyrena semistriata* Desh. et *Mytilus Faujasi* Brongn.[3]. Ces marnes fossilifères se retrouvent aux affleurements dans le Sundgau. Elles sont probablement l'équivalent des marnes à Cyrènes du Sannoisien du bassin de Paris. L'ensemble de la formation salifère repose sur le Jurassique, surmonté d'un peu d'Éocène sidérolithique.

Si l'on veut comparer l'âge des insectes de la couche inférieure de potasse du Haut-Rhin, à celui des insectes de l'ambre de la Baltique, on se heurte au fait que pour les insectes de l'ambre,

1. Note présentée à la séance du 4 novembre 1935.

2. Quiévreux (F.). Note sur un niveau fossilifère découvert dans une couche de potasse du Bassin oligocène d'Alsace, *C. R. S. Soc. Géol Fr.*, fasc. 14, p. 223, 1933. *Id.* Plantes et insectes fossiles trouvés dans le gisement potassique oligocène d'Alsace, *Bull. Soc. Industr. Mulhouse*, t. IC, p. 588, 1932. *Id.* Sur un niveau fossilifère du bassin potassique oligocène du Haut-Rhin, *CR. Ac. Sc.*, t. 199, p. 877, 1934. *Id.* Esquisse du monde vivant sur les rives de la lagune potassique, *Bull. Soc. Industr. Mulhouse*, t. CI, pp. 161-187, 5 pl., 1935.

3. Dubois (G.). Exposé sommaire de la Géologie de l'Alsace et des Vosges, p. 46, 1934.

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

la limite inférieure stratigraphique n'est pas connue de façon certaine. La terre bleue du Samland qui renferme l'ambre, est d'âge oligocène inférieur. Mais c'est un dépôt marin ; c'est donc un gisement secondaire pour l'ambre et rien ne permet d'établir avec précision si les insectes de l'ambre appartiennent à l'Oligocène inférieur ou à l'Éocène supérieur[1]. Dans les limites ci-dessus, les insectes de l'ambre de la Baltique et les insectes de la potasse d'Alsace sont d'un âge à peu près contemporain, situé vers l'extrême base de l'Oligocène.

Les insectes qui se trouvent dans le niveau argileux fossilifère ont dû être amenés dans la lagune potassique par le vent[2]. Cette hypothèse est celle qui explique le mieux le fait que les insectes qui composent cette faune fossile sont presque tous petits, et appartiennent à des groupes qui sont facilement entraînés par le vent jusqu'à une grande altitude. Les recherches de L. Berland[3] ont montré l'existence d'un « plancton aérien » qu'on retrouve jusqu'à 2.000 m. d'altitude et au delà. Ce plancton peut être entraîné fort loin quand les courants aériens sont favorables. Or les Thysanoptères, insectes de très faible taille et qui volent mal, sont facilement entraînables. L. Berland a capturé des Thysanoptères en avion jusqu'à 2.000 m. d'altitude.

Il n'est donc nullement certain que les Thysanoptères trouvés dans le niveau fossilifère de la couche potassique aient vécu sur les bords de la lagune où s'est déposée la potasse. Leur lieu d'existence peut parfaitement en avoir été fort éloigné.

Parmi les insectes fossiles de la couche inférieure de potasse, les Thysanoptères représentent 5 % du nombre total d'individus, soit 36 exemplaires, 27 exemplaires sont susceptibles d'un examen détaillé. Ils se répartissent comme suit parmi les familles et les genres connus :

Famille : *Aeolothripidae*...	13	Famille : *Thripidae*	14
? *Orothripinae*.....	1	*Frankliniella*	7
Melanthrips	4	? *Anaphothrips*....	1
Aeolothrips.....	7	? *genus* et sp.....	1
Douteux.....	1	en mauvais état..	5
		Famille : *Phlaeothripidae*..	0

1. Kaunhowen. Der Bernstein in Ostpreussen. *Jahrb. d. preuss. geol. Landesanstalt*, 34, II, 1913.
Andrée (K.). Bernstein-Forschungen, Heft 1, p. VII, 1929.
2. Quiévreux (F.) Esquisse du monde vivant sur les rives de la lagune potassique, p. 8, 1935.
3. Berland (L.). Premiers résultats de mes recherches en avion sur la faune et la flore atmosphérique, *Ann. Soc. Entomol. Fr.*, vol. CIV, pp. 73-96, pl. I, 1935.

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

Bien que l'état de conservation de ces spécimens n'égale pas de loin celui des matériaux de l'ambre, principalement du fait des déformations de la forme du corps dues à la pression, il est toutefois possible de décrire avec précision deux espèces, inconnues jusqu'à maintenant, chacune étant représentée par plusieurs exemplaires, ce qui permet d'en combiner les caractères.

La série présente n'est naturellement pas assez grande pour en tirer des conclusions étendues sur la prépondérance de l'une ou l'autre famille ou genre. On pourrait cependant remarquer que la proportion d'Aeolothripidés et de Thripidés dans le matériel étudié concorde avec ce qu'on sait déjà par ailleurs sur la composition de la faune tertiaire de Thysanoptères de l'Europe Centrale[1]. La faune de l'Ambre contient également des formes d'*Aeolothripoidea* en nombre relativement prépondérant, tandis que dans la faune récente les *Aeolothripoidea* sont en forte régression. Pour les Thysanoptèrologues, il est particulièrement intéressant de constater ici la présence d'un grand nombre de représentants du genre *Frankliniella* Ka., qui n'était pas encore connu du Tertiaire. Ce genre est aujourd'hui répandu dans une grande partie des zones tempérées et chaudes, mais est particulièrement abondant dans l'Amérique moyenne (Mexique compris) et dans l'Amérique du Sud.

Tous les Thysanoptères du matériel étudié vivaient probablement sur les fleurs.

Les deux formes suivantes sont les mieux conservées et se prêtent à une description d'espèce :

1. *Aeolothrips extinctus* spec. nov.

(Pl. XXII, fig. 1 et 2).

(Représentée par les spécimens n° 821, 189, 578, 1237 et peut-être 92, 555, 1097 de la collection F. Quiévreux [2]).

L'exemplaire n° 821 (femelle ainsi que les autres) est assez bien conservé pour que cette forme si on la retrouve dans un état de conservation analogue, soit immédiatement reconnue d'après la description qui suit, bien que l'insecte ne soit pas

1. Cf. Bagnall (R. S.). Fossil Thysanoptera I-V, *Ent. mag.*, LX, pp. 35-38, 130-133, 251-252, 1924 ; *ibid.*, LXII, pp. 16-17, 1926 ; *ibid.*, LXV, pp. 95-100, 1929. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, XIV, pp. 156-161, 1924. Priesner (H.). *Entomol. Mitteilg.*, XIII, 4-5, p. 130-151, pl. I, 1924 ; Bernstein-Forchungen, Heft. 1, pp. 111-138, pl. 8, 1929.

2. Cette espèce caractéristique a déjà été figurée dans l'étude citée plus haut : Quiévreux (F.). *Bull. Soc. Industr. Mulhouse,* 1935, pl. I, fig. 2.

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

complet. Coloration : les 3/5 à partir de la base du 3e article de l'antenne sont clairs, ainsi que le prothorax (parfois avec une tache médiane foncée), les segments abdominaux 1 et 2 et la base du 3e, le segment 4 à son bord postérieur ; les segments suivants (à l'exception des trois derniers) laissent voir également des bandes claires transversales étroites. Les bords antérieurs des sternites 4-7 sont fortement lignés de noir (ces lignes n'atteignent pas le bord latéral), comme c'est le cas chez de récentes espèces, par exemple chez *Aeolothrips gloriosus* Bagn. Les ailes ont *une* bande transversale foncée qui s'étend en dépassant quelque peu la nervure transverse postérieure entre la costale et la médiane, et qui est assez large. La base de l'aile n'est pas visible, ce qui ne permet pas de préciser pour cet exemplaire s'il existe une seconde bande transversale. Je crois pouvoir cependant conclure à son absence avec une assez grande probabilité car il existe un deuxième exemplaire (n° 198), qui a également la base de l'abdomen blanc et un prothorax clair, chez lequel l'aile se trouve assez bien conservée pour qu'on puisse reconnaître avec certitude qu'il n'existe qu'*une* bande transversale large, qui a une étendue d'environ 380 μ, commence dans la seconde moitié de l'aile et laisse en blanc un segment terminal d'environ 190 μ de long à l'aile antérieure. Chez cet exemplaire, l'abdomen est contracté et seuls les segments 1, 2 et la base de 3 paraissent clairs. Fémur foncé ; de même l'extrémité de l'antenne et probablement aussi le premier article, peut être aussi le second, la tête et le pterothorax ainsi que les parties de l'abdomen non mentionnées plus haut.

Longueur d'une antenne 588-606 μ ; longueur des articles de l'antenne, 3e article 173, 4e article 138, 5e article 98-105, 6e article 16, 7e article 12 μ, les suivants incertains. Largeur des 4e et 5e articles environ 35 μ. Le champ sensoriel sur le 4e article descend presque jusqu'à la moitié de l'article. Longueur de l'aile 1,18 mm., largeur de l'aile 190 μ.

Cette espèce est apparentée à *Aeolothrips collaris* Pr., mais elle en diffère déjà, rien que par la coloration de l'abdomen. Elle ne peut non plus être confondue avec aucune des espèces récentes américaines.

2. *Frankliniella oligocaenica* spec. nov.

(Pl. XXII, fig. 3, 4 et 5).

(Représentée par les spécimens n° 1020, 1004, 1013, 62 et probablement aussi 20, 964, 801.)

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

Femelle : Couleur du corps foncée. Antennes foncées, 4e article sombre au moins jusqu'à moitié, peut-être encore plus loin, *les articles 5 à 8 entièrement foncés*. Les tibias étaient peut-être un peu plus clairs que les fémurs. Longueur du corps 1,18 mm., longueur d'une antenne 277-286 μ. Longueur du 5e article 38 μ, du 6e article 45-48 μ, des 7e et 8e ensemble 26 μ. Le 5e article étroit à la base, assez largement tronqué à l'autre extrémité, *le 6e article court, fortement arrondi* ; le 2e article du style plus long et plus étroit que le premier. Tête transverse, largeur 190 μ. Prothorax 138 μ de long, 218 μ de large, avec 1 soie (87 μ) à l'angle antérieur, et 2 à l'angle postérieur, toutes ces soies foncées et fortes. Largeur du thorax ne dépassant pas 320 μ (quelque peu aplati). Longueur de l'aile environ 744 μ ; la largeur de l'aile peut être estimée à 60 μ. Les ailes étaient sans doute légèrement assombries. Les deux nervures munies sur toute leur longueur de soies foncées. Le nombre des soies sur la nervure principale devait être de 17. Sur l'abdomen les soies sont longues, fortes et sombres.

Les antennes trapues et foncées ne permettent l'identification avec aucune des formes récentes, bien que *Frankliniella simplex* Pr. du Mexique paraisse s'en rapprocher le plus ; mais cette espèce a le 6e article de l'antenne plus allongé et l'aile un peu plus longue ; *Frankliniella fortissima* Pr. du Mexique offre également une ressemblance.

Je soulignerai l'intérêt que présente, bien plus important que la description d'une nouvelle espèce, le fait qu'il est établi avec certitude que le genre *Frankliniella* remonte jusqu'à l'Oligocène.

Les formes que nous allons maintenant mentionner brièvement ne permettent pas une étude poussée.

Elles comprennent principalement les numéros 876, 227, 364 et 1051 qui appartiennent au genre

Melanthrips Hal.

La ou les espèces ne peuvent pas être spécifiquement caractérisées, étant donné l'état de conservation. Les espèces récentes elles-mêmes, dans le meilleur état de préparation, sont difficiles à déterminer.

Il conviendrait aussi de mentionner ici cette forme, que nous avons classée plus haut parmi les

Orothripinae

(Pl. XXIII, fig. 1).

Elle est caractérisée par des ailes uniformément foncées, dis-

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

talement élargies ; mais comme les antennes ne sont pas visibles, la sous-famille elle-même ne peut-être donnée avec certitude. Une étude plus détaillée de ce spécimen (n° 40) n'aurait dans ces conditions aucun sens.

Mentionnons encore le n° 797, qui est une femelle de *Thripidae*, peut-être un

Anaphothrips ou *Oxythrips*

(Pl. XXIII, fig. 2).

On ne peut apercevoir de soies d'une certaine longueur. Il se pourrait qu'elles soient tout à fait claires et que pour cette raison elles ne se détachent pas sur le fond gris. Antenne de 8 articles, avec un style mince, ou même de 9 articles, complètement foncés à partir du 4e article. Il semble même que le 3e article soit sombre jusqu'à sa moitié ; 6e article court. Tout le corps est jaune clair avec des taches grises ; celles-ci sont bien visibles au bord postérieur du mesonotum ; les deux segments terminaux de l'abdomen sont également foncés, ainsi qu'une *tache circulaire grise qui existe probablement sur chacun des tergites antérieurs* (certains sur 5-8), à peu près comme chez *Thrips major* var. *dorsimaculatus* Pr. Aile claire, franges du bord postérieur très foncées ; on ne peut pas compter les soies des nervures, on peut dire seulement qu'elles sont médiocrement longues et foncées ; pattes claires. Longueur de l'antenne un peu plus de 690 μ ; 4e article de l'antenne ne dépassant pas 43 μ, articles 6 à 8 ensemble 69-73 μ. Longueur du corps 1,38 mm.

Si l'on trouvait un exemplaire de cette espèce encore mieux conservé, qui permette de reconnaître l'attribution du genre, il serait possible à l'aide des caractères mentionnés plus haut, ou en se basant seulement sur la coloration de l'abdomen, d'identifier également cet exemplaire.

Enfin nous mentionnerons encore le spécimen n° 796 (Pl. XXIII, fig. 3 et 4) ; ce spécimen reste également incertain. Le corps et les pattes ont une coloration foncée ; les ailes sont claires, avec des soies costales très longues et foncées ; ces soies sont plus longues que la largeur de l'aile ; les deux nervures longitudinales sont bien visibles ; tête fortement transverse ; cône buccal assez obtus ; antennes courtes et épaisses, *foncées*, avec un 6e article court et un style de deux articles, pas long mais mince ; 5e article fortement arrondi. Les 4e, 5e et 6e articles semblent avoir chacun environ 35 μ de long. Longueur de l'aile 726-744 μ. Prothorax peu large, 190 μ, mesothorax 277 μ. Des

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

soies d'une certaine longueur ne sont pas visibles sur le prothorax (La pointe de l'abdomen manque).

Cet insecte doit rester douteux, jusqu'à ce qu'on trouve des exemplaires plus complets ; les longues soies coxales rappellent *Selenothrips*, mais je croirais plutôt que cette forme est à classer dans le voisinage de *Oxythrips*, bien qu'il n'y ait pas de soies reconnaissables au prothorax ; elles sont peut-être tombées.

EXPLICATION DES PLANCHES XXII ET XXIII

Planche XXII.

Fig. 1, 2. — *Aelothrips extinctus* spec. nov. ♀.

Spécimen n° 821 de la collection F. Quiévreux. Dessins faits ainsi que tous les suivants à l'aide de la chambre claire microscopique.

1. Insecte entier (aile gauche complétée d'après le spécimen 198). Gr. (35 ×).
2. Antenne. Gr. (170 ×).

Fig. 3, 4, 5. — *Frankliniella oligocaenica* spec. nov. ♀.

3. Insecte entier. Spécimen n° 1020. Gr. (52 ×).
4. Antennes. Spécimen n° 1020. Gr. (170 ×).
5. Insecte entier. Spécimen n° 1013. Gr. (75 ×).

Planche XXIII.

Fig. 1. — *Orothripinae* gen. ? spec. ?

Spécimen n° 40. Gr. (36 ×).

Les taches blanches circulaires sont produites par des cristaux de sel gemme qui ont crevé la pellicule fossilisée.

Fig. 2. — *Thripidae* gen. : *Anaphothrips* ou *Oxythrips* ♀.

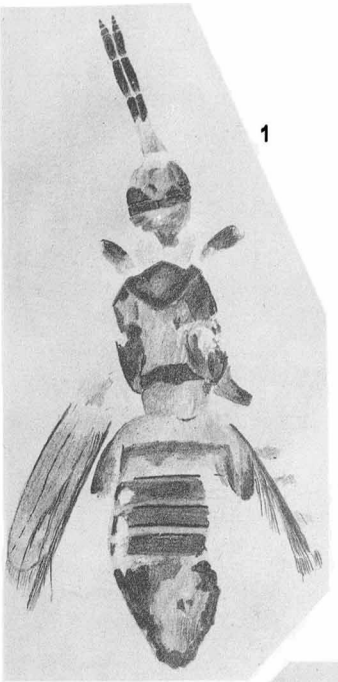
Spécimen n° 797. Gr. (52 ×)

Fig. 3, 4. — *Thripidae* gen. ? sp. ?

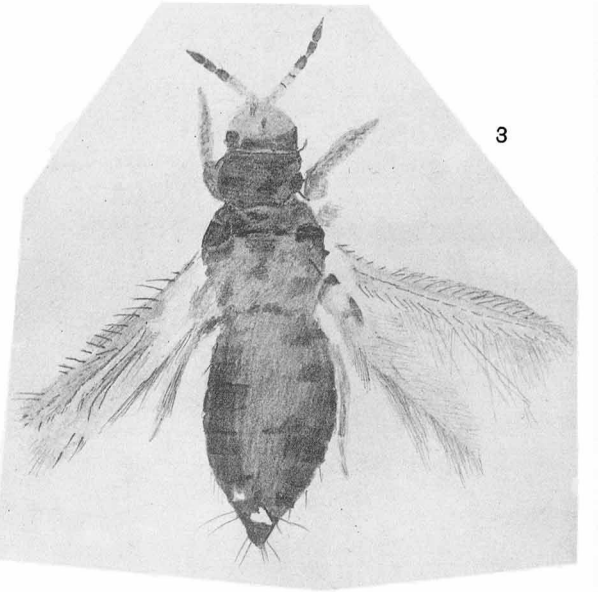
Spécimen n° 796.

3. Insecte entier. Gr. (80 ×).
4. Antenne. Gr. (170 ×).

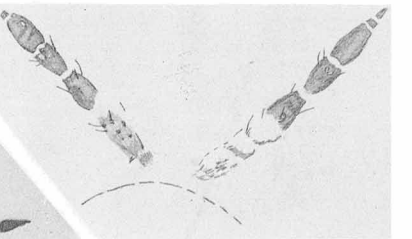
Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC



1

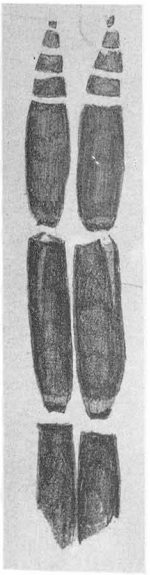


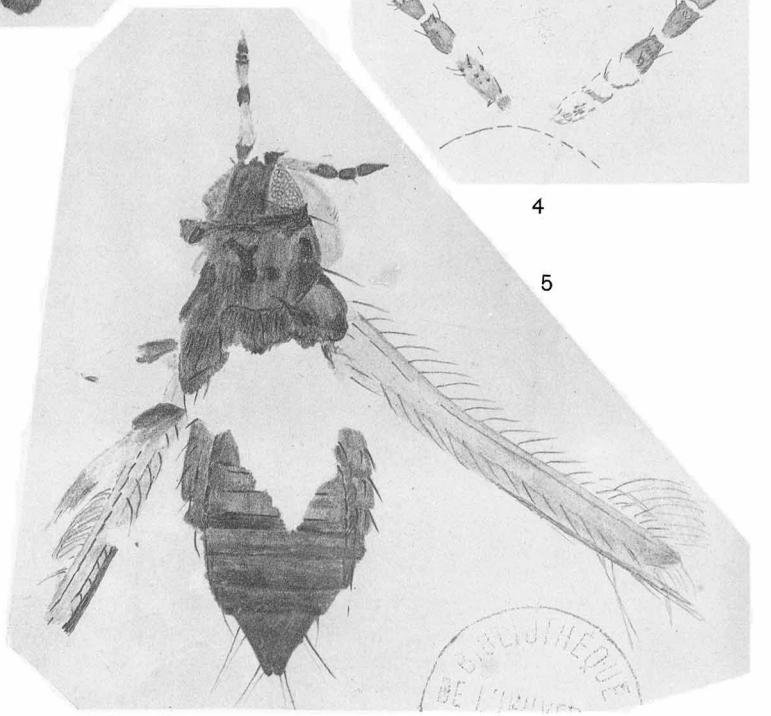
3



4

2



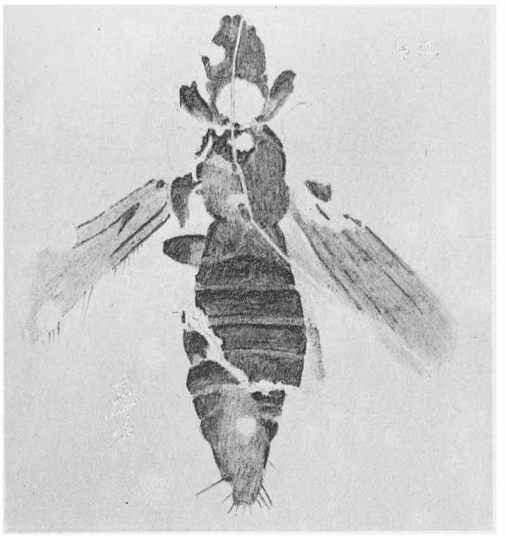


5

BIBLIOTHÈQUE DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS SORBONNE

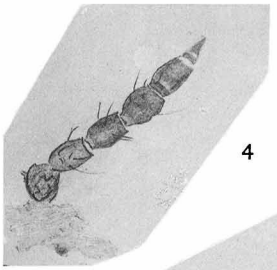
Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

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

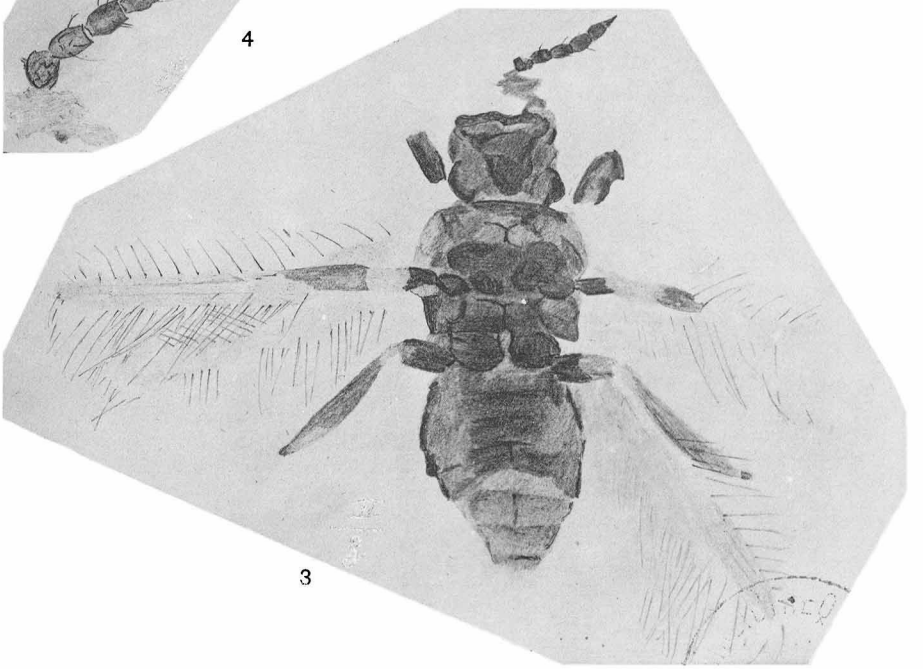


1

2



4



3

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

Remarques sur le genre *Pseudaelurus* Gervais

par **Marguerite Richard** [1].

Il existe encore, relativement au genre *Pseudaelurus*, carnassier du Tertiaire supérieur, Miocène et Pliocène, une légère incertitude quant à son attribution à une famille définie de Carnivores. Si la majorité des auteurs le rangent parmi les Félidés, d'autres, se basant sur quelques caractères primitifs de la dentition, le classent de préférence parmi les Mustelidés.

Les collections de l'École des Mines de Paris renferment un moulage endocranien naturel que Gervais [2] rapporte au *Pseudaelurus quadridentatus* Blainv. On y distingue la partie antérieure du rhinencéphale avec les lobes olfactifs assez volumineux et le néopallium sur lequel les circonvolutions apparaissent très nettement. On sait que la disposition générale des circonvolutions cérébrales des Mammifères peut servir à caractériser les principaux groupes. En particulier, les différentes familles de Carnivores se distinguent aisément par leur topographie cérébrale très spéciale. L'examen du moulage endocranien de *Pseudaelurus quadridentatus* peut donc nous apporter des renseignements complémentaires pour l'attribution de ce genre, soit à la famille des Félidés, soit à celle des Mustelidés.

Dans l'ordre des Carnivores, le néopallium des Canidés (fig. 1) peut être considéré comme le plus simple et le plus primitif. Il est nettement séparé du rhinencéphale par la scissure rhinale, et parcouru par un certain nombre de sillons à peu près concentriques. A partir de la scissure interhémisphérique, on compte un premier sillon, le *corono-latéral*, puis au-dessous la *suprasylvia*, sillon apparaissant le premier au cours de l'ontogénèse, et qui délimite sur le néopallium deux territoires : à l'intérieur le *territoire central*, limité en avant par un autre court sillon, la *présylvia*. A l'extérieur, le territoire périphérique qui s'étend sur la face interne des hémisphères, jusqu'à la scissure rhinencéphalique. Le territoire central est lui-même parcouru par deux sillons, un sillon axial et à peu près rectiligne, la

1. Note présentée à la séance du 1er avril 1935.

2. Gervais (P.). Mémoire sur les formes cérébrales propres aux Carnivores vivants et fossiles, suivi de remarques sur la classification de ces animaux (*Nouvelles archives du Museum d'Hist. de Paris*, t. VI, 1870, p. 122).

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

pseudosylvia et un concentrique et intérieur à la suprasylvia, l'*ectosylvia*.

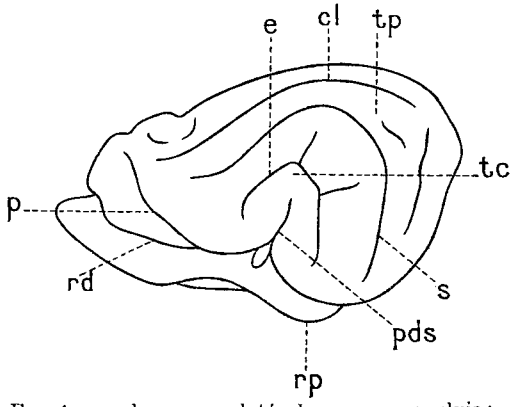


FIG. 1. — cl : corono-latéral ; s : suprasylvia ; e : ectosylvia ; P : présylvia ; pds : pseudosylvia ; tc : terr. central ; tp : territoire périphérique ; rd : rhinale ant. ; rp : rhinale post.

A partir de ce type primitif de néopallium, on peut considérer, pour l'ensemble des Carnivores, deux types de différenciation :

1) Chez les Félidés (fig. 2), le territoire central est bien développé et l'ectosylvia présente une disposition tout à fait spéciale : elle est interrompue en son sommet, formant ainsi 2 branches, l'ectosylvia antérieure et l'ectosylvia postérieure ; entre ces deux branches passe un repli caractéristique, le *pli félin* qui fait communiquer les circonvolutions ectosylvienne et suprasylvienne.

2) Chez les Mustelidés (fig. 3) au contraire, la suprasylvia est seule visible ; il y a operculisation complète du territoire central, faisant ainsi disparaître la présylvia et l'ectosylvia.

Sur le moulage cervical de *Pseudaelurus quadridentatus* (fig. 4), l'allure générale de circonvolutions rappelle tout à fait celle d'un cerveau de Félidé. On y distingue un territoire central bien développé, une ectosylvia antérieure et une ectosylvia postérieure séparées et laissant passer entre elles le pli félin caractéristique dont la seule présence suffit pour nous permettre de classer définitivement le genre *Pseudaelurus* dans la famille des Félidés.

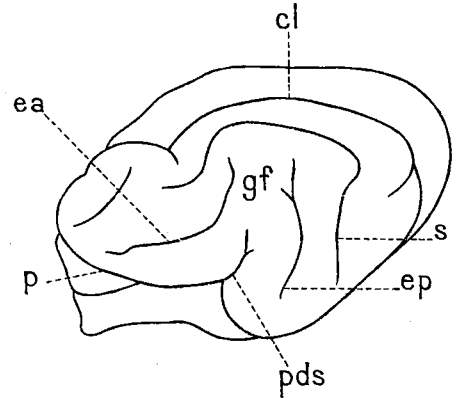


FIG. 2. — cl : corono-latéral ; s : suprasylvia ; ea : ectosylvia antérieure ; ep : ectosylvia postérieur ; P : présylvia ; pds : pseudosylvia ; gf : pli félin.

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

Un auteur américain, W. D. Matthew[1], relate la création par Zdansky[2] pour certains Félidés de Chine, d'un genre *Metailurus*, se distinguant du genre *Pseudaelurus* par les caractères suivants :

1) Présence sur les canines d'une crête antérieure et postérieure qu'on ne retrouve pas chez *Pseudaelurus* ; elle n'est en tous cas pas signalée dans certains spécimens bien connus de *Pseudaelurus Lorteti* GAILLARD.

2) Disparition de la forme trituberculaire de M_1.

3) Réduction plus poussée du talonide.

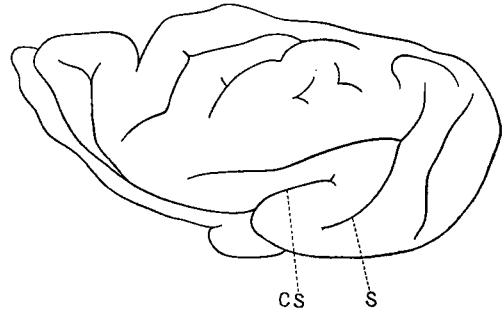


FIG. 3. — s : supra sylvia ; cs : territoire central operculisé.

D'après Matthew, il n'y aurait pas lieu, même en se basant sur ces quelques différences, de créer pour ces formes chinoises un genre nouveau. Il y voit simplement des espèces de *Pseudaelurus* un peu plus évoluées vers le type félin. Roman et Viret[3] partagent cet avis, et envisageraient plutôt les formes distinguées par Zdansky sous le nom de *Metailurus* comme des descendants possibles de *Pseudaelurus quadridentatus* de l'Helvétien de Sansan (Gers).

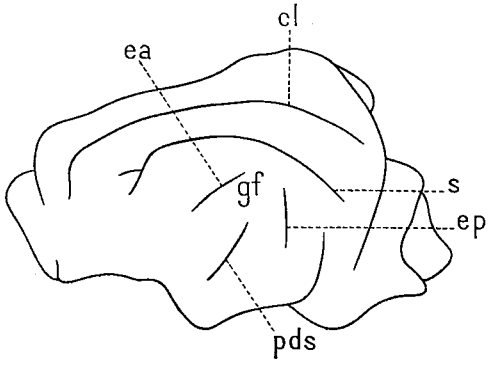


FIG. 4. — cl : corono-latéral ; s : suprasylvia ; ea : ectosylvia antérieure ; ep : ectosylvia postérieure ; pds : pseudosylvia ; gf : pli félin.

Quelques observations personnelles m'ont permis de formuler des conclusions identiques.

Pour Zdansky, la différence essentielle entre les deux genres

1. W. D. MATTEW. Critical observations upon Siwalik Mammals. *Bull. of the Ameriean Museum of Natural History*, vol. 56, 1925-29. p. 495-496.

2. ZDANSKY. Jungtertiäre Carnivoren chinas (*Pal. Sinica*, 1924).

3. ROMAN (F.) et VIRET (J.). La faune de Mammifères du Burdigalien de la Romieu (Gers). *Mém. Soc. Géol. France*, nouvelle série, t. IX, fasc. 2-3.

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

résiderait dans la présence chez *Metailurus* de crêtes sur les canines, caractère d'évolution plus poussée qu'on ne retrouve pas chez *Pseudaelurus*, en particulier chez *Pseudaelurus Lorteti* du Tortonien. Or, chez *Ps. quadridentatus* de l'Helvétien, la présence de ces crêtes est indéniable. L'affirmation de nombreux auteurs, ainsi que l'examen des échantillons conservés au Muséum d'Histoire Naturelle de Paris, m'ont permis de m'en assurer. La disparition de ces crêtes dans l'espèce du Tortonien serait, ainsi que le fait remarquer Matthew, en contradiction formelle avec la loi de l'irréversibilité de l'évolution.

Mais, pour *Ps. Lorteti* même, Gaillard[1] signale : « Canine supérieure inconnue, mais pour la mâchoire inférieure, la canine porte 3 petites crêtes, l'une en avant et en dedans, la seconde en arrière, la troisième en dehors ». Cependant, sur les figures accompagnant le texte, ce caractère n'apparaît pas très nettement.

Il ne semble donc pas nécessaire de conserver le genre *Metailurus*, la distinction faite par Zdansky avec le genre *Pseudaelurus* perdant toute son importance. Quant aux autres caractères différentiels : disparition de la forme trituberculaire de M_1 et plus grande réduction du talonide, ce sont simplement des caractères d'évolution plus poussée vers le type félin, dont la présence n'a rien qui puisse nous surprendre, puisqu'ils apparaissent sur des formes stratigraphiquement plus récentes.

D'après ces considérations, il apparaît nettement que le genre *Pseudaelurus* rentre dans la famille des Félidés : d'une part, son cerveau est en tous points comparable à celui d'un Félidé, d'autre part, il ne diffère point des chats fossiles que Zdansky étudie dans le Pliocène de Chine. A ce sujet, il est intéressant de constater une fois de plus des affinités remarquables entre la faune de Mammifères tertiaires d'Asie et celle d'Europe, affinités qui s'affirment de plus en plus à mesure que se précisent nos connaissances sur la faune asiatique. L'Asie serait ainsi un territoire de passage des migrations de faunes de l'Amérique vers l'Europe, et la ressemblance des faunes des deux continents s'expliquerait sans avoir à invoquer des migrations à travers l'Atlantique.

1. Gaillard. Mammifères miocènes de la Grive Saint-Alban. *Archiv. du Muséum d'Hist. Nat. de Lyon*, t. VII, p. 41.

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

CONTRIBUTION A LA FAUNE DU DÉVONIEN INFÉRIEUR DU MASSIF ARMORICAIN

(2e article)

PAR **Joseph Péneau**[1].

PLANCHE XXIV

IV. — FOSSILES DU GRÈS A *ORTHIS MONNIERI*

A l'Épine, près de Saulges (*Feuille au 80.000e de La Flèche*), au Sud de la route de Saulges à Cossé-le-Vivien, à 1.200 m. à l'Est du château de Thévalles, une tranchée ouverte dans le d[1b] a recoupé des bancs fossilifères où nous avons recueilli :

Acaste Rouaulti (TROM. et LEBESC.).

Homalonotus sp. ?

Spirifer hystericus (SCHLOTHEIM). Nous comprenons cette dernière espèce dans le sens défini par M. Mailleux (1, p. 330 et 2, p. 36) et y attribuons plusieurs spécimens montrant les caractères suivants :

Petite valve : peu convexe, plus large que longue, à contour un peu arrondi ; ligne cardinale droite, angles latéraux aigus mais non acuminés ; sinus étroit près du crochet et s'élargissant graduellement vers le bord, à fond arrondi sauf dans la région umbonale où il devient anguleux ; cinq à sept côtes rayonnantes à section arrondie sur chaque aile, les deux limitrophes du sinus, plus fortes que les autres, et bordées sur le tiers de leur longueur à partir du crochet par l'étroite et profonde incision des plaques dentales. *Grande valve* : plus convexe, bourrelet médian lisse, arrondi, un peu aplati sur la ligne médiane, prolongé en un court crochet au-dessus de l'aréa, limité de chaque côté par une incision longue d'un millimètre environ ; cinq ou six côtes sur chaque aile, de plus en plus faibles à partir du bourrelet. Les stries d'accroissement ne se voient que sur les contre-empreintes externes.

Dimensions des spécimens recueillis :
Longueur : 22 à 15 mm.
Largeur : 8 à 9 mm.

On remarque que sur ces *Sp. hystericus* du Dévonien de Laval, le sinus ou le bourrelet s'élargissent moins fortement vers le bord

1. Note présentée à la séance du 2 décembre 1935.
Voir : *Bull. S. G. F.*, 5e Sér., IV, 1934, p. 545, pl. XXX.

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

extérieur que sur certaines figures de types attribués à cette espèce, *Sp. hystericus* ainsi compris, *Sp. Mercuri* GOSSELET, *Sp. venus* D'ORB., se ressemblent beaucoup.

Spirifer excavatus KAISER.

1878. *Spirifer excavatus* (p. p.) KAYSER : Die Fauna der Alt. Dev. Harz., pl. XXII, fig. 8 ; pl. XXIII, fig. 6 ; XXV, fig. 22 et 25, XXIV, fig. 18.

1900. *Spirifer excavatus* SCUPIN. Spiriferen Deutschlands, p. 24, pl. II, fig. 8.

1910. *Spirifer excavatus* MAILLEUX. Contr. Et. Dévonien de Belgique. Première note sur les Spirifères. *Bull. Soc. Belge Géologie.* XXIII, p. 332, fig. 4 à 7.

1929. *Spirifer venus* PÉNEAU : Et. strat. et paléont. S. E. Armoricain Nantes. *Bull. Soc. Sc. Nat. Ouest.* 4 Sér. (1928), p. 239, pl. XVII, fig. 5.

1931. *Spirifer excavatus* MAILLEUX. Faune de Solières. *Mém. Mus. Roy. Hist. Nat. Belgique*, 51, p. 41.

Nous renvoyons au Mémoire ci-dessus (1931) de M. Mailleux pour la synonymie et la diagnose de ce spirifère, nous indiquerons seulement : *Petite valve* à bourrelet aplati et creusé d'une dépression longitudinale. Grande valve à sinus souvent anguleux et aréa élevée.

Nos spécimens de l'Épine sont dans un état de conservation médiocre et ne montrent pas tous les caractères figurés par M. Mailleux.

C'est à cette espèce qu'il convient de rapporter les Spirifères du Grès à *Orthis Monnieri* d'Angers que nous avons figurés en 1929 sous le nom de *Sp. venus* D'ORB.

Dalmanella Orthis Monnieri (ROUAULT). Très abondant.

Dalmanella Orthis Trigeri (DE VERNEUIL). Rare.

? ***Rhynchonella cognata*** BARRANDE.

1879. *Rhynchonella cognata* BARRANDE. Syst. Sil. Bohême, V, pl. 38, fig. II, 2, 3.

Un exemplaire d'une petite Rhynchonelle allongée, acuminée vers le crochet ; grande valve ornée de 11 côtes rayonnantes, trois dans un sinus médian qui devient indistinct dès le milieu de la coquille et quatre un peu moins grosses de chaque côté : petite valve avec quatre côtes sur un bourrelet, bien marqué seulement près du bord, et quatre côtes sur chaque côté, celles-ci de plus en plus faibles vers l'extérieur ; correspondant assez bien aux figures de *Barrande*.

Longueur : 9 mm., plus grande largeur : 7 mm. près du bord postérieur.

A la Cohue en Saint-Jean-sur-Mayenne (Nord de Laval), dans

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

des bancs où les fossiles sont abondants mais peu déterminables, nous avons recueilli :

Dalmanella Monnieri (ROUAULT), *Spirifer hystericus* SCHL., *Tentaculites Straeleni* MAILLEUX. *Ceratiocaris*. sp.? Un segment abdominal et une fine pointe caudale longue de 14 millimètres.

V. — REMARQUES SUR QUELQUES ESPÈCES DU DÉVONIEN BRETON

Acaste Rouaulti (DE TROM., LEB.)

Pl. XXIV, fig. 1 à 6.

1875. *Dalmanites Rouaulti*, DE TROMELIN et LEBESCONTE. *A. F. A. S.*, Cong. de Nantes, p. 687.
1912. *Cryphœus Rouaulti* COLLIN. Et. rég. dév. occid. Finistère, p. 267.
1851. *Dalmanites incerta* ROUAULT. *B. S. G. F.*, [2], VIII, p. 371.
1929. *Cryphœus Rouaulti* PÉNEAU. Rech. S. E. Armoricain. Nantes. *Bull. Soc. Sc. Nat. Ouest.* [4], VIII, p. 159, pl. VI, fig. 2 ; VIII, fig. 9.

Dans le Grès à *Orthis Monnieri* (Coblentzien = d^{1b}) du Massif Armoricain, on recueille assez souvent des céphalothorax et des pygidiums du Trilobite cité en 1875 par de Tromelin et Lebesconte sous le nom de *Dalmanites Rouaulti*. En 1929, à la suite de plusieurs auteurs, nous avons attribué ce fossile au genre *Cryphœus* (= Asteropyge) malgré l'absence d'épines au pygidium sur tous les spécimens connus, sauf sur un des environs d'Angers (Collection Olivier COUFFON) sur lequel nous avions cru reconnaître l'ornementation du genre *Cryphaeus*. Une révision des documents à notre disposition nous montre qu'en réalité, aucun exemplaire ne possède ces appendices latéraux. Ils doivent en conséquence être rangés dans le genre *Acaste* (GOLDF.) RICHTER (6, p. 93), ce que confirme l'absence de pointes génales au céphalothorax.

Ces deux genres rentrent dans les Phacopides et se distinguent comme suit :

	Acaste	*Cryphœus*
Pointes génales	: Nulles ou très courtes.	Nettes, plus ou moins longues.
Plèvres	: Non prolongées en épines.	Prolongées en épines, au moins celles des anneaux postérieurs.
Pygidium	: Court, entier ou même rebordé ; segments latéraux non prolongés en lanières.	Moyennement long, non rebordé ; segments latéraux prolongés en lanières ou pointes.

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

Le genre *Acaste* est connu du Silurien supérieur au Dévonien moyen inclus.

Il convient de conserver comme espèce distincte la forme armoricaine sous le nom de :

Acaste Rouaulti (DE TROMELIN et LEBESCONTE).

A la description que nous en avons donnée, en 1929 (4), nous ajouterons seulement que la largeur relative des côtes et des sillons sur les parties latérales du pygidium, varie d'un individu à l'autre, chez certains, les côtes sont plus larges que les sillons ; chez d'autres c'est l'inverse ; les deux premiers segments montrent à leur angle postéro-externe une ébauche de denticule.

ÉTUDE COMPARATIVE.

On a décrit trois espèces très voisines :

Acaste Verneuilli (D'ORBIGNY). 1842, *Calymene Verneuilli* in Voy. Amer. mérid. Paléontologie, t. III, p. 31, pl. I, fig. 45 et: *Acaste Verneuilli* KOZLOWSKI : *Ann. Paléont.* XII (Faune de Bolivie), p. 48, pl. IV, fig. 16. Du Dévonien inférieur et moyen de Bolivie.

Acaste Henni Rud. RICHTER ; 1909, *Beitr. z.* Kenntnis Devon. *Trilobiten* Rheinish. Schielergeb., p. 95 et 1916 : *Jahrb. Kon. Preuss. Geol. Landst.*, XXXVII, p. 252, pl. 24, fig. 13-16, pl. 27, fig. 1-3.

Acaste Schmidti Rud. RICHTER ; 1909. *Beitr.*, p. 94. Les deux dernières du Coblentzien inférieur rhénan.

Les quatre espèces se distinguent par les caractères suivants :

	A. Rouaulti	*A. Verneuilli*	*A. Henni*	*A. Schmidti*
Pygidium : Céphalothorax :	Élargi en avant. Yeux s'étendant du sillon antérieur au milieu du lobe postérieur.	Très peu élargi en avant. Yeux petits s'étendant du sillon antérieur au postérieur.	Élargi en avant comme *A. Rouaulti*	Très élargi en avant ; glabelle très convexe. Yeux s'étendant du sillon antérieur à l'occipital.
	Axe à 5 anneaux et un segment terminal plus long. Divisions des lobes latéraux prolongées au delà du milieu.		3-4 anneaux, 4-5 anneaux Lobes latéraux à peine marqués de 2-3 faibles côtes.	

Chonetes tenuicostata ŒHLERT.

(Pl. XXIV, fig. 7-12)

1877. *Chonetes tenuicostata* ŒHLERT. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e Sér., V, p. 599, pl. X, fig. 13 et 13 a.

1883. *Chonetes tenuicostata* ŒHLERT. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e Sér, XI, p. 515, pl. XIV, fig. 2.

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

OEhlert ayant simplement donné des dessins de son espèce, nous avons pensé qu'il y aurait intérêt, pour la connaissance de ce *Chonetes*, commun dans le Dévonien inférieur de l'Ouest, à reproduire par la photographie quelques spécimens assez complets qu'il nous a été donné d'observer.

Les figures 8-10-11-12 proviennent de la localité typique de Saint-Germain-le-Fouilloux ; l'inclination variable des épines prouve que le caractère spécifique tiré de *la direction perpendiculaire des épines* n'est pas constant. La figure 9 représente un exemplaire de Vern (Maine-et-Loire) à épines droites, mais dont l'usure du test rend les côtes peu visibles et les fait paraître plus fines ; sur la même plaque calcaire d'autres exemplaires sont bien moins transverses que l'individu représenté.

La figure 7 est le moule interne d'un grand spécimen provenant des Schistes du Grand Montguyon près Saulges (Synclinal de Laval) où cette espèce a été récemment citée par Mlle A. Renaud (5). On y reconnaît les cavités correspondant aux pustules du test ainsi que le crochet avec ses deux dents saillantes et les impressions droites et allongées des adducteurs.

Répartition.

Siegenien moyen (Calcaire à *Athyris undata*).

Synclinal d'Angers : Vern.
— de Laval : Saint-Germain-le-Fouilloux, La Baconnière, et autres gisements de même âge.

Emsien (Schistes à *Spirifer Decheni*).
Synclinal de Laval : Montguyon.

M. Collin (Voy. 1re note, 6, p. 331) l'indique dans tout le Coblentzien et l'Eifélien du Finistère.

M. OEhlert (1883, *loc. cit.*, p. 516) a écrit que *Chonetes dilatata* Rœmer avait été cité par Ménière (3) dans le calcaire de Vern. mais qu'il s'agissait de *Chonetes tenuicostata*.

Or, Ménière a bien cité *Ch. dilatata* mais dans le *Calcaire d'Angers* et non dans celui *de Vern*. Ce sont deux niveaux distincts ; le calcaire d'Angers contient *Spirifer paradoxus* et correspond au Coblentzien supérieur tandis que le Calcaire de Vern représente avec *Spirifer Rousseaui* le Coblentzien inférieur.

La localité « **Vern** » que M. Collin avait admise pour *Chonetes dilatata* Rœmer doit être supprimée.

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

BIBLIOGRAPHIE

1. 1910. Mailleux. — Les Spirifères du Dévonien de Belgique. Bruxelles, *Bull. Soc. belge Géol. Paléont., Hydrol.*, XXIII, 1909 (Mémoires), p. 330.
2. 1931. Mailleux. — Faune des Grès et Schistes de Solières. Bruxelles, *Mém. Mus. Roy. Hist. Nat. Belgique*, n° 51.
3. 1866. Menière. — Essai sur la Minéralogie de Maine-et-Loire. Angers, *Mém. Soc. Académique*, 18 (p. 10 du tiré à part).
4. 1929. Péneau J. — Recherches stratigraph. et paléont. dans le Sud-Est Armoricain. Nantes, *Bull. Soc. Sc. Nat. Ouest*, 1928, 4e sér., VIII.
5. 1935. A. Renaud. — Contribution à l'étude de la faune du Dévonien inférieur et moyen de la Mayenne. Rennes, *C. R. Som. Soc. Géol. et Minér. Bretagne*, n° 1, janvier-fév. 1935, p. 8.
6. 1909. Rudolf Richter. — Boitrage zur Kennt. devon. Triboliten aus d. Rheinischen Schiefergebirge. Marburg.

Errata.

Dans la Bibliographie du premier article (*Bull.* 5e sér., IV, p. 561), lignes 5 et 6.

au lieu de : Œhlert D. P. Feuille géologique au 80.000e *Mayenne*.
Œhlert D. P. Feuille géologique au 80.000e *Laval*.

lire :

Œhlert D. P. et Bigot A. Feuille géologique au 80.000e *Mayenne*.

Œhlert D. P., Bigot A. et Matte H. Feuille géologique au 80.000e *Laval*.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XXIV

Fossiles du Dévonien inférieur du Synclinal de Laval.

Fig. 1. — Cephalothorax de *Acaste Rouaulti* (Trom. Leb.) du Grès à *O. Monnieri*. Montguyon près Saulges (Mayenne). Gr. nat. Col. Buchot.
Fig. 2. — *Acaste Rouaulti* Trom. Leb., autre spécimen. L'Épine près Saulges. Gros. 2,4.
Fig. 3. — *Acaste Rouaulti* Trom. Leb., Cephalothorax vu de profil pour montrer les angles des joues. Saint-Cénéré (Mayenne). Gross. 2, 4. Col. Buchot.
Fig. 4-5. — *Acaste Rouaulti*, Pygidium. Montguyon près Saulges, Gross. 2, 4. Col. Buchot.
Fig. 6. — Autre pygidium de l'Épine près Saulges. Gr. 2,4.
Fig. 7 à 12. — *Chonetes tenuicostata* Œhlert.
Fig. 7. — Le Grand Montguyon près Saulges. Gr. 2, 3. Col. Buchot.
Fig. 8. — Saint-Germain-le-Fouilloux (Mayenne). Gr. 2.
Fig. 9. — Vern. (Maine-et-Loire). Gr. 1,7 Col. Davy (Faculté des Sc. Angers).
Fig, 10. — Saint-Germain-le-Fouilloux Gr. 1,6.
Fig. 11 et 12. — Saint-Germain-le-Fouilloux. Gr. 2,2.
Les clichés de cette planche sont dus au talent de M. J.-A. Leblanc.

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

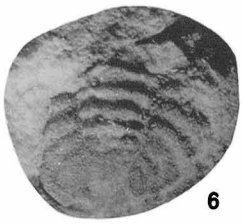
1

2

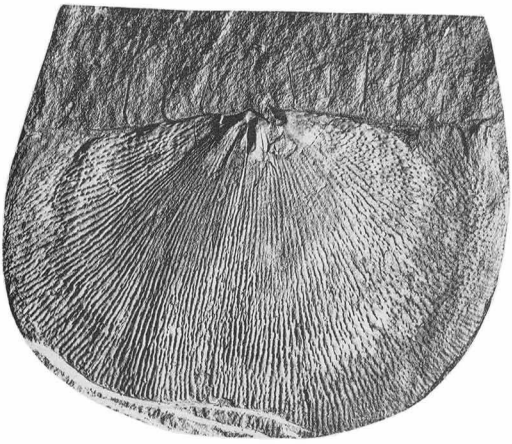
5

3

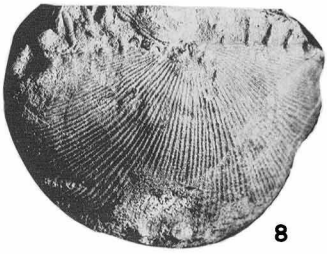
4



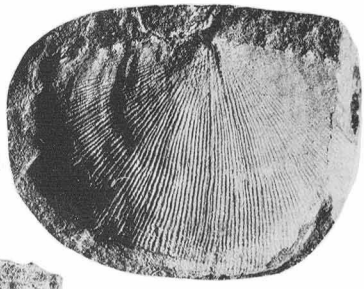
6



7



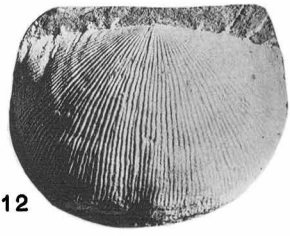
8



10

11

9



12

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

Étude du Carbonifère inférieur entre Rochefort et Chalonnes (Maine-et-Loire)

par **A. Carpentier** et **J. Péneau** [1].

I. — STRATIGRAPHIE

par J. Péneau.

La région dont nous parlons, a déjà été étudiée par plusieurs auteurs ; dans une note précédente, M. A. Carpentier [2] en a donné la bibliographie. Les connaissances acquises furent synthétisées par la Carte au 50.000e publiée en 1908 par Ed. et Louis Bureau.

Nos recherches sur le terrain permettent d'ajouter certaines observations de détail à l'œuvre de nos devanciers, et de décrire quelques gisements fossilifères. Nous exposerons d'abord la succession des couches rapportées au Carbonifère.

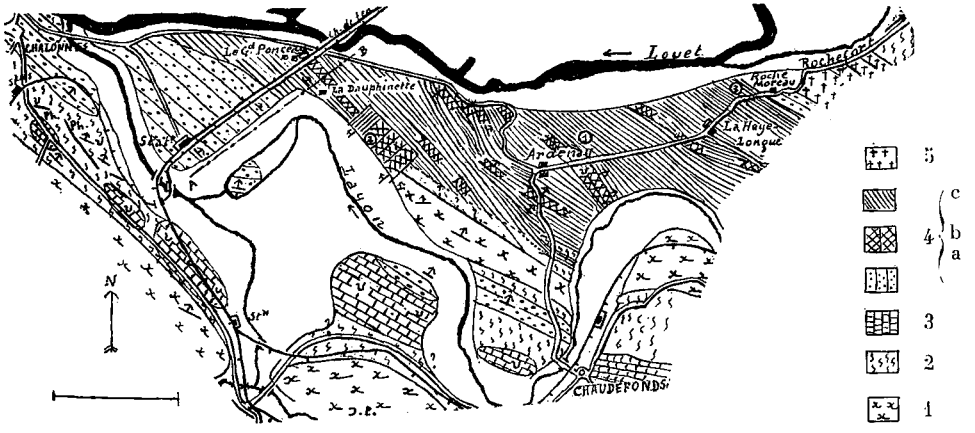


Fig. 1. — Carte géologique de la région carbonifèrienne entre Chalonnes et Rochefort (Maine-et-Loire).

1 = Métamorphique (Précambrien) ?. — 2 = Gothlandien. — 3 = Dévonien. — 4 = Carbonifère : a Schistes et Grauwackes inférieurs (Dinantien) ; b : Pierre carrée ; c : Grès, schistes, psammites et houille (Namurien). — 5 = Gothlandien ? Schistes rouges et verts avec calcschistes.

Nota : Les alluvions et terrains récents ont été laissés en blanc.
La coupe figure 2 est indiquée par la ligne A. B., 1, 2, 3. Gisements fossilifères étudiés.
Seuls ont été indiqués pour la Pierre Carrée les affleurements reconnus.

1. Note présentée à la séance du 2 décembre 1935.

2. A Carpentier. Notes d'excursions paléobotaniques à Chalonnes et Montjean. *Bull. Soc. Géol. France*, 4e sér., t. XIX, p. 262.

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

La carte, figure 1, permettra de situer les gisements dont nous parlerons.

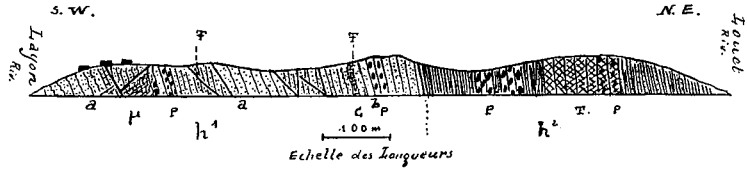


FIG. 2. — Coupe du Carbonifère de la vallée du Layon près la station de Chalonnes.

h^1 = **Dinantien** (Grauwacke inférieure).
a. — Schistes rouges ou verts.
b. — Schistes gris et grauwacke jaunâtre.
μ = Mylonite (Roche broyée).
P = Poudingues.
C = Lentilles calcaires.
h^2 = **Namurien**. — Schistes, grès, veines de houille. — P. Poudingues. — T. Tufs (Pierre carrée).

Stratigraphie du versant sud.

Une bonne coupe naturelle est visible dans la Vallée de Layon entre la station de Chalonnes et le Grand Ponceau (ligne A. B. sur la Carte). Sur environ 1.000 mètres, la vallée est dominée par des escarpements rocheux d'une dizaine de mètres d'élévation, montrant du Sud au Nord, c'est-à-dire de bas en haut, la succession suivante.

Dinantien. — 1. Schistes vert-olive ou rouges avec bancs intercalés de Grès et poudingues..... env. 500 m.
2. Schistes gris ou noirâtres avec nodules calcaires..... env. 5 m.
3. Schistes et grauwackes jaunâtres avec grès et poudingues..... 50 m.

après une dépression interrompant la continuité des affleurements :

Namurien. — 4. Schistes gris ou noirs, grès, poudingues et veines de houille..... 100 m.
5. Tufs (Pierre-carrée)..... 100 m.
6. Schistes et grès avec houille..... 150 m.

Dans le Dinantien on ne voit pas de limites précises entre les trois subdivisions qui se présentent comme des faciès locaux, dont l'importance relative varie d'un endroit à l'autre, ainsi que Édouard et Louis Bureau l'ont démontré pour les environs d'Ancenis ; l'ensemble constituant leur « Grauwacke inférieure du Culm ».

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

Les *Schistes verts et rouges* [1] portent les traces d'efforts énergiques ; ils sont très plissés ; coupés pour des failles souvent entrecroisées, qui divisent la masse en paquets irréguliers. Au voisinage des failles la roche est broyée et mylonitique. Quelques lits nous ont fourni des débris de plantes indéterminables.

Si ces couches ne sont guère fossilifères ici, leur prolongement vers l'Ouest est plus riche. A. Carpentier [2] a pu y reconnaître plusieurs niveaux à plantes.

Les Schistes gris ou *noirâtres* contiennent quelques lits de *Nodules calcaires* au point marqué C sur la figure 2. Ce sont des « rognons » lenticulaires, dont la plus grande longueur va de quelques centimètres à plusieurs décimètres, leur épaisseur de un à cinq centimètres. Ils sont en calcaire gris à grain très fin, extrêmement dur, renfermant des petits cristaux de pyrite ; extérieurement ils montrent une altération variable.

Nature des nodules calcaires : La masse schisteuse étant verticale et coupée normalement par la vallée ; les nodules se présentent coincés entre les feuillets des schistes et d'extraction difficile.

Nous n'avons pu y trouver que trois empreintes de brachiopodes dont deux indéterminables et une qui nous paraît appartenir à un *Atrypa* voisin de *reticularis*, ou peut-être à un fossile ressemblant à ce que Mlle Le Maître a décrit sous le nom de *Retzia kolihai* (4).

Nous regardons ces nodules comme des galets arrachés au substratum Siluro-dévonien lors des dénudations carbonifères. De tels galets ont d'ailleurs été signalés dans les Poudingues du Dinantien des régions voisines.

L'étude microscopique nous permettra peut-être, par comparaison avec les calcaires en place, de préciser l'origine.

Au Sud des nodules calcaires, certains lits schisteux montrent une forte ressemblance avec les faciès argileux des schistes de Chateaulin.

Dans le *Namurien*, les Tufs (Pierre-Carrée) recouvrent une première série houillère et en supportent une seconde. C'est le plus inférieur des dépôts de Pierre-Carrée qui vont se succéder dans le synclinal d'Ancenis.

Près du Grand Ponceau, la vallée change d'orientation et se dirige NW-SE, suivant la direction des Poudingues (4) et de la Pierre-Carrée (5), pendant 4 à 500 mètres. Puis brusquement,

1. 1920. *Loc. cit.*

2. 1934. Mlle Le Maitre. Recherches sur les Calcaires dévoniens du bassin d'Ancenis, p. 213, pl. I, fig. 33-36.

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

à 200 mètres environ Est de la Dauphinette, un accident dérange la succession des couches namuriennes ; un paquet de celles-ci apparaît butant presque à angle droit contre la série précédente

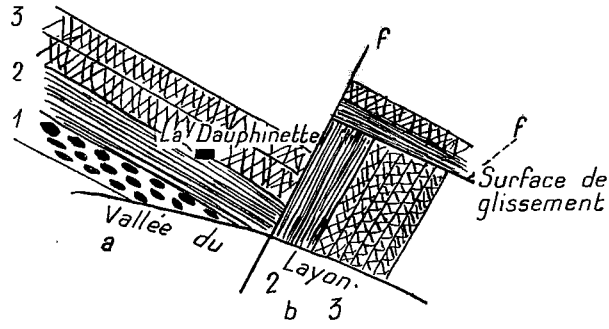


FIG. 3. — Un accident de stratification dans le Namurien du Layon, à la Dauphinoise près Chalonnes.

a, Direction normale Sud-Est. b. Direction anormale Nord-Est.
1. Poudingue.
2. Schistes, grès, houille.
3. Pierre carrée.
f. Failles.

(fig. 3) ; orienté NE-SW il est sectionné normalement par la vallée qui conserve sa direction SE, ses strates très redressées (pendage NW 80°) comprenant de l'Ouest vers l'Est.

Des schistes et grès noirs en contact par faille avec les schistes de mêmes faciès mais différemment orientés, distingués ci-dessus par le n° 4 ; quelques bancs de Poudingues de « Pierre-Carrée » ; des bancs de Pierre-Carrée épais de 15-20 cm. alternant avec des lits schisteux noirs ; 2 à 3 mètres de Pierre-Carrée en gros bancs, dure, bréchoïde ; 1 à 2 mètres de Pierre-Carrée schisteuse, alternant avec des lits noirs fossilifères où nous avons recueilli la florule étudiée par M. Carpentier ; et enfin de nouveau 120 mètres de Pierre-Carrée venant buter contre un Anticlinal de Roches métamorphiques où reparait la direction normale NW-SE.

Les Couches supérieures du Namurien se montrent par des affleurements discontinus entre : Le Grand-Ponceau, Ardenay et la Roche-Moreau ; elles comprennent les couches alternantes de schistes, grès, poudingues, houille et « Pierre-Carrée » formant les « systèmes » décrits par les auteurs.

Relations avec le substratum.

Au Sud de la station de Chalonnes, le Dinantien se termine à la vallée du Layon, aucun terrain plus ancien n'est visible

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

sur la coupe. Pour voir les relations du Carbonifère avec son substratum il faut aller au NW, près de la station du chemin de fer d'Anjou. Un petit chemin qui part de la route de Cholet pour se diriger au Nord vers la vallée, après avoir traversé la butte des Frerais (ou Fresnais), montre la coupe suivante :
du Sud au Nord :

Gothlandien inférieur. — Schistes grossiers, micacés, avec Phtanites à *Monogr. lobiferus* et Quartzites.... env. 15 m.

Dévonien. — Schistes gris-noirâtres, argileux, non micacés, de faciès analogue aux schistes à *Tentaculites* du Dévonien de la région, mais n'ayant pas ici fourni de fossiles.

A leur base galets de grès et phtanites arrachés aux couches précédentes..... env. 10 m.

Dinantien. — Schistes rouges et verts.

Il semble exister des discordances entre ces trois niveaux, mais la faible importance des affleurements ne permet pas d'être affirmatif.

La coupe se complète par ce qu'on voit au Sud de la route et dans les vallons au SW de la petite gare. En partant du Gothlandien ci-dessus, on a du Nord au Sud :

Dévonien moyen. — Schistes noduleux à *Tentaculites cancellatus*.

Gothlandien. — Schistes et quartzites très réduits.

Briovérien. — Micaschistes et grès, très plissotés et injectés de quartz.

Le substratum siluro-dévonien du Carbonifère dessine un double pli-faille avec disparition du flanc inverse et chevauchement vers le Sud. Il s'appuie en discordance sur du Métamorphique plissé et arasé.

Stratigraphie du versant nord.

La meilleure coupe est fournie par la route de Chalonnes à Rochefort.

La dernière bande de poudingue se voit au site pittoresque de « La Corniche » à 200 mètres à l'Est de la Haie-Longue. Les galets de ce poudingue sont arrondis, de dimensions variées jusqu'à 20 cm. de diamètre, et formé de quartz filonien blanc, phtanite, quartzite, tuf à aspect de pierre carrée (ou rhyolite), porphyroïde, micaschistes, schistes. Le ciment passe du schiste au tuf verdâtre de la « Pierre-Carrée ».

Au-dessous, en continuant vers l'Est :

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

Schistes gréseux et grès noirs avec carbonate de fer et lits charbonneux. C'est à ce niveau, que nous avons recueilli les plantes citées plus loin par M. Carpentier (gisement 3). Sans qu'il nous ait été possible de reconnaître la limite, on constate autour des maisons de La Gourdinière l'existence des Schistes et Grauwackes jaunâtres du *Dinantien inférieur*, nous avons recueilli dans le talus de la route :

Sphenopteridium andegavense Carp. = *Rhodea Hochsteteri* Bureau. — *Archæopteris pachyrhachis.* — *Archæocolamites.*

La « grauwacke inférieure » ne dépasse pas ici 100 mètres de puissance, ce qui contraste avec l'importance que prend cette formation sur le versant sud. Elle cesse brusquement, au point où la route décrit un double coude à angles droits, pour faire place à un :

Calcschiste métamorphique d'aspect serpentineux, de couleur verte, épais seulement de quelques mètres et passant graduellement à des

Schistes rougeâtres qui continueront ensuite pendant plusieurs centaines de mètres. A leur sommet, exactement devant l'angle nord de la route, ils contiennent de gros blocs d'une *Porphyrite* à pâte grise calcifère, et à petits phénocristaux de feldspath calcosodique blancs; identique à celle dont les affleurements se montrent dans le prolongement sud-est, à Beaulieu-sur-Layon.

Les schistes rouges reposent en discordance sur le *Gothlandien inférieur* (schistes, micacés et quartzites avec *Phtanites*), à environ 100 mètres à l'Ouest de l'Arche-Ayraud, on voit en contact les schistes à phtanites ondulés, mais verticaux, et les schistes rouges à pendage régulier de 40-50° vers le Sud-Ouest. On peut observer d'autres contacts comparables; le Gothlandien à phtanites surgit au milieu des schistes rouges comme d'étroits anticlinaux plus ou moins verticaux.

La ressemblance entre ces schistes rouges et verts et ceux que nous avons étudiés sur le versant sud est frappante; cependant on y voit ici aucun lit de poudingue ni aucun fossile. Aussi MM. E. et L. Bureau ont-ils cru devoir les attribuer au Gothlandien, les considérant comme liés aux Pthanites.

Provisoirement, nous ne ferons pas d'hypothèse et les avons laissés sur notre carte, comme d'âge indéterminé.

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

II. — PRÉSENCE DU GENRE *LEAIA* A ARDENAY

par J. PÉNEAU.

Dans les déblais d'un puits situé près de la carrière de pierre-carrée des Malécots, entre Ardenay et la Haye-Longue (voy. gisement sur la Carte) M. Carpentier a découvert, au cours de nos excursions de septembre 1935, de nombreuses valves de *Leaia*, dans des schistes noirs fins et compacts; il s'agit de l'espèce suivante :

Leaia tricarinata MECK et WORTHEN. var. *minima* PRUVOST.

1914. *Leaia tricarinata* f. *minima* PRUVOST. *Ann. Soc. Géol. Nord*, XLIII, pl. II, fig. 9-12.

1919. *Leaia tricarinata* f. *minima* PRUVOST. Faune continentale du terrain houiller du Nord de la France. Paris, *Mém. Carte Géol. dét. de la France*, p. 67, pl. XXV, fig. 1-4, fig. texte 17.

Espèce caractérisée par l'angle droit que font entre elles : la carène radiale antérieure et la carène parallèle à la ligne cardinale.

Leaia tricarinata type se trouve en Angleterre dans le Westphalien supérieur. La variété *minima* PRUVOST est du Westphalien inférieur du Nord de la France et de Belgique et récemment M. G. Delépine (*B.S.G.F...*) en a signalé deux exemplaires recueillis par M. Carpentier dans le Namurien de Poillé (Sarthe). M. G. Mathieu (G. Delépine, *loc. cit.*) l'a également trouvée dans le Namurien de Vendée.

III. — REMARQUES SUR LA FLORE

par A. CARPENTIER.

Les trois gisements cités sont indiqués sur la figure 1 avec leur numéro d'ordre.

1. Déblais d'un puits près Ardenay.

Ce puits est situé à proximité de la carrière de Malécots où nous avons décrit, il y a quelques années, un sol de végétation de Lépidodendrées [1]. Sur les anciens terrils on trouve la flore suivante : *Asterocalamites scrobiculatus* SCHLOTH. sp. (*Bornia*

1. Cf. *Bull. Soc. Sc. nat. Ouest*, 5e sér., II, 1932.

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

transitionis) et *Mesocalamites* (cf. *M. Rœmeri* Gœppert); *Sphenophyllum tenerrimum* Ettingsh. assez commun; *Lepidophloios laricinus* Sternb. et *L. auriculatus* Lesquereux, E. Bureau [1]; *Lepidodendron veltheimianum* Stern. et *L. selaginoides* Stern.; *Lepidostrobus* sp.; *Sigillaria Bureaui* nov. sp.; *Pecopteris* aff. *P. aspera* Brongt.; *Sphenopteris dissecta* Brongt. non rare; *Sph.* cf. *moravica* Ett.

Le *Lepidostrobus* sp., trouvé récemment par M. Péneau, est relativement étroit (longueur visible 75 mm., largeur 17 mm.) et le limbe paraît peu développé; ce serait une forme de passage à l'épi Lépidodendrée que Bureau a appelé *Gymnostrobus* [2].

Le *Sigillaria Bureaui* est remarquable par la variation des distances entre les cicatrices foliaires d'une même file; quand les cicatrices se touchent, cette Sigillaire ressemble à celles du groupe *Favularia*.

Le *Pecopteris* n'ayant pas encore été trouvé à l'état fertile, il paraît plus prudent de le rapprocher simplement du *P. aspera*.

2. Gisement de la Dauphinette.

Quelques lits schisteux dans la pierre carrée ont fourni de nombreuses empreintes végétales : *Asterocalamites scrobiculatus* Schloth. sp.; *Sphenophyllum tenerrimum* Ett., ac; *Stigmaria ficoides* Brongt.; *Lepidodendron selaginoides* Stern.; *Sphenopteris adiantoides* Schl. sp. (*Sph. elegans* Brongt.); *Sph. dissecta* Brongt.); cf. *Sph. moravica* Ett.; *Pecopteris* aff. *P. aspera* Brongt.

Deux organes cupuliformes, dont l'un rattaché à un rachis strié transversalement, représentent sans doute les cupules séminifères (g. *Calathiops* Gœppert [3]) du *Sphenopteris dissecta*.

3. Gisement de la Roche-Moreau.

M. Péneau a trouvé récemment quelques empreintes dans des schistes gréseux : *Lepidodendron*, cf. *L. veltheimianum* Sternb. *Asterocalamites scrobiculatus* Schloth sp.; *Pecopteris* ?

Un fragment de fronde à pennes distantes, parallèles, à pinnules pécoptéroïdes, paraissant non symétriques, rappelle assez

1. E. Bureau. Flores fossiles du Bassin de la Basse-Loire, p. 179, 1914. *Études des gîtes minéraux de la France*.
2. *Ibid*, p. 165.
3. Cf. Gœppert in *Palæontographica*, XII, p. 316, pl. LXIV, 1864.
Gothan (W.). *Abt. Sachs. Geol. Landamts*, V, 4-10, 1927.
Benson (M.). *Annals of Botany*, XLIX, p. 155-160, pl. V, 1935.

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

bien les *Alloiopteris* rattachés aux *Fougères anciennes* ; on a déjà eu l'occasion [1] de comparer aux *Alloiopteris* quelques empreintes provenant du *Namurien* de Sainte-Barbe-des-Mines, Ardenay (Maine-et-Loire).

Résumé. La flore des schistes namuriens, dans les gisements étudiés entre la Haie-Longue et Chalonnes, est caractérisée par la fréquence du *Sphenophyllum tenerrimum*, du *Lepidodendron selaginoides*, du *Sphenopteris dissecta* ; par la présence de *Lepidophloios*, du *Sigillaria Bureaui*, du *Sphenopteris adiantoides*, du *Sph.* aff. *moravica*, du *Pecopteris* aff. *P. aspera*.

A cette liste on peut ajouter le *Sphenopteris Dubuissoni* Brongt., le *Sph. dicksonioides*, antérieurement signalés dans des gisements voisins [2].

Cette flore dans l'ensemble se rattache à celle de Mouzeil (Loire-Inférieure) qui se distingue par la fréquence du *Sphenopteris Dubuissoni*, du *Sph. adiantoides* et du *Sph. dissecta*.

1. Cf. *Bull, Soc. Géol. et Miner. de Bretagne*, t. V, 1, p. 93, 1924.
2. Cf. *B.S.G.F.*, 4e sér.. t. XVIII, p. 239, 1918. — *Bull. Soc. Géol. de Bretagne*, t. V, 1, p. 93, 1924.

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

Étude sur le niveau d'Hérouval (Oise).

par **L.** et **J. Morellet**[1].

I. — HISTORIQUE

Le gisement d'Hérouval était ignoré de Graves (I)[2]. C'est Deshayes qui l'a fait connaître sur les indications de son correspondant Foucard. « M. Foucard, écrit-il (II, t. I, p. 208), a découvert au hameau d'Hérouval une couche sableuse de l'âge de celle de Cuise et particulièrement riche en petites espèces » et encore (*ibid.*, p. 251) : « M. Foucard a trouvé au hameau d'Hérouval non seulement le Calcaire grossier supérieur mais encore les sables inférieurs renfermant en assez grand nombre les espèces de Cuise et de plus des espèces propres à la localité ». Nous pourrions multiplier les citations, mais les deux que nous venons de faire suffisent à montrer que Deshayes rapportait, sans aucune réserve, le gisement d'Hérouval aux « Sables inférieurs », c'est-à-dire à notre Cuisien actuel.

De Raincourt (III), à la suite de nouvelles recherches paléontologiques, pense lui aussi que le gisement d'Hérouval appartient aux « Sables inférieurs », mais il le considère comme postérieur aux dépôts les plus récents observés jusqu'alors dans ces sables, du fait « qu'il renferme un certain nombre d'espèces dont on n'avait point constaté l'apparition avant les calcaires grossiers ».

La manière de voir de De Raincourt est adoptée par Munier-Chalmas et de Lapparent (IV, p. 474) qui placent les sables marins d'Hérouval au-dessus des sables de Cuise et en font le dernier terme (niveau d'Hérouval) de l'Yprésien (= Cuisien). Il semble cependant qu'une divergence de vues ait existé entre les deux collaborateurs en ce qui concerne le mélange d'espèces signalé par de Raincourt, car leur note n'en fait pas mention et, alors que de Lapparent (V, p. 1434) écrit : « le très riche gisement d'Hérouval, qui occupe le sommet des sables nummu-

1. Note présentée à la séance du 16 décembre 1935.

Cf. L. et J. Morellet. Note préliminaire sur le niveau d'Hérouval (Oise), *C.R. somm. S.G.F.*, 1935, n° 13, p. 180.

2. Les chiffres romains entre parenthèses renvoient à l'index bibliographique placé à la fin de cette note.

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

litiques, offre un remarquable mélange de la faune yprésienne et de celle du Lutétien », Munier-Chalmas par contre est demeuré muet sur ce point dans ses cours comme dans la Notice sur ses travaux scientifiques (VI).

Dans son Catalogue, Cossmann (VII) augmente très notablement la liste des Mollusques d'Hérouval par l'adjonction d'espèces nouvelles, d'espèces cuisiennes et aussi d'espèces lutétiennes non encore signalées dans le Cuisien, mais, s'il admet, pour se conformer à l'opinion courante, que cette association anormale est cuisienne, il prend soin de faire remarquer qu'elle est peut-être imputable à ce que « la stratigraphie de la localité est encore à faire » (*loc. cit.*, fasc. I, p. 172).

L'étude des Bryozoaires conduit Canu à une conclusion différente de celle de ses devanciers ; la présence au niveau d'Hérouval d'un certain nombre d'espèces connues seulement au Lutétien lui fait considérer ce niveau comme un terme de passage entre l'Yprésien et le Lutétien et créer pour lui l'appellation d' « Yprésien-Lutécien » (VIII, pp. 89 à 112).

Non sans certaines hésitations qui se manifestent au cours de son mémoire (IX, *cf.* p. 61 et p. 183), M. R. Abrard enfin, après un examen critique de la faune, semble opter en définitive pour une solution nouvelle qui consiste à placer dans le Lutétien inférieur le niveau d'Hérouval « si toutefois, écrit-il, toutes les espèces qu'on y a signalées proviennent d'une même couche fossilifère ».

En résumé, suivant les auteurs, le gisement d'Hérouval est soit assimilé aux sables de Cuise (Deshayes), soit rapporté à un niveau cuisien plus récent que ces sables (Munier-Chalmas) et caractérisé par un mélange d'espèces cuisiennes et lutétiennes (de Raincourt, de Lapparent, Cossmann), soit considéré comme intermédiaire entre le Cuisien et le Lutétien (Canu) soit encore rattaché, sous certaines réserves, au Lutétien inférieur (R. Abrard).

L'absence de renseignements stratigraphiques précis et l'impossibilité d'observations nouvelles sur le terrain ne permettaient guère de faire un choix entre ces diverses opinions, d'autant que l'on pouvait craindre, avec Cossmann et M. R. Abrard, que le mélange de faunes invoqué par certains auteurs ne fût le résultat de confusions dans la provenance des fossiles. Nous ne saurions donc trop remercier M. Arthur Wrigley de Londres de nous avoir signalé qu'une sablière était actuellement exploitée à Hérouval et de nous avoir ainsi permis de reprendre *ab initio* la question de ce gisement.

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

II. — LA SABLIÈRE D'HÉROUVAL

Cette sablière est ouverte en bordure du Bois des Brouillards, à environ 250 m. du village, sur le côté gauche de la route conduisant d'Hérouval à Vaudancourt [1]. Sa coupe est la suivante :

Brouillis.

1) Sable glauconieux grossier, à fossiles rares sauf au sommet où existe un lit très coquillier à *Eupsammia trochiformis*, *Venericardia planicosta* (forme typique), *Axinæa dispar*, *Bifrontia bifrons*, etc..... 1 m. 50

2) Sable glauconieux grossier, peu fossilifère, avec graviers, galets et nombreuses dents de Squales ; les galets sont constitués par des silex noirs ne dépassant guère les dimensions d'une noisette et par des moules internes, à patine verte, de gros Pélécypodes (*Miltha* ?)..... 0 m. 10

3) Sable fin, grisâtre, fossilifère, présentant vers sa base un lit de rognons gréseux..... 1 m.

4) *a*. Banc calcaire à surface irrégulière et à intercalations d'argile brune..... 0 m. 15

b. Sable calcareux blanc, sans fossiles..... 0 m. 20

c. Banc calcaire fossilifère, à intercalations meubles : *Nummulites planulatus*, *Turritella Solanderi*, *Velates Schmideli*, etc..... 0 m. 40

5) Sable fin, gris-roux, très fossilifère surtout au sommet, mais à coquilles très fragiles : *Nummulites planulatus*, *Meretrix humerosa*, *Diplodonta radians*, etc..... 1 m.

6) Banc de grès..... 0 m. 15

7) Sable fin, gris-jaune, à coquilles très fragiles, réduites le plus souvent à l'état de fragments..... 2 m. 15

8) Grès jaune, ferrugineux..... 0 m. 10

9) Sable fin, gris, visible sur..... 0 m. 25

Plancher de la sablière.

La première partie du problème consistait à retrouver dans cette coupe les couches qui avaient pu donner lieu à la conception du « niveau d'Hérouval ».

A priori, par analogie avec les localités voisines, nous étions en droit de placer la limite du Cuisien et du Lutétien entre la couche n° 3 et la couche n° 2, en sorte que le « niveau d'Hérouval » devait être recherché de part et d'autre de cette limite. Nous avons donc récolté séparément les fossiles des couches 2 et

1. Cette sablière est très voisine de l'ancien gisement dont les vestiges probables, recouverts par la végétation, se soupçonnent un peu plus loin sur la route, à la hauteur du Moulin, au point indiqué par Fritel (X, pl. IV, I).

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

1 et des couches 4 *c* et 5, négligeant systématiquement la couche 3 pour éviter tout mélange accidentel d'espèces et prévenir ainsi les doutes que pourrait faire naître l'existence possible dans l'une ou l'autre de ces couches d'une faune à caractères mixtes.

Avant d'analyser et de discuter nos listes de fossiles que l'on trouvera *in extenso* à la fin de cette note, nous tenons à remercier notre Confrère M. J. Cottreau qui, avec son obligeance habituelle, a examiné les Échinodermes et à assurer de toute notre gratitude M. Arthur G. Davis de Londres qui a bien voulu se charger de l'étude des Bryozoaires.

Couches 1 et 2. Il est paléontologiquement impossible de séparer 1 de 2 (liste n° 1). Bien qu'elles ne nous aient pas fourni *Nummulites lævigatus* Brug., ces couches sont incontestablement lutétiennes ; elles ont, en effet, une faune identique à celle des sables graveleux qui constituent la base du Lutétien à Chaumont-en-Vexin. Sans doute renferment-elles, comme d'ailleurs tout le Lutétien inférieur du Vexin, un certain nombre de formes cuisiennes[1], les unes peut-être remaniées comme *Nummulites planulatus* Lk., les autres certainement en place comme *Sphenotrochus semigranosus* (Mich.), *Corbula gallicula* Desh., *Fossularca globulosa* (Desh.), etc., mais elles ne montrent aucun des caractères particuliers (espèces spéciales, mélange anormal d'espèces, etc.) qui ont motivé la création du « niveau d'Hérouval » et ne sauraient par suite le représenter.

Couches 4 c et 5. La faune de ces deux couches est la même.

Les Foraminifères sont représentés par deux espèces cuisiennes : *Nummulites planulatus* Lk. et *Alveolina oblongua* d'Orb., très abondantes et sans aucun doute *in situ* ; les Polypiers, par *Sphenotrochus semigranosus* (Mich.), forme à la fois cuisienne et lutétienne ; les Échinodermes, par des plaques d'Astérides, des débris de Spatangidés (*Macropneustes* ?) et de nombreux échantillons d'*Eoscutum calvimontanum* (Cotteau) espèce dont le type provient du Lutétien inférieur de Chaumont-en-Vexin et qui n'a jamais été signalée dans le Cuisien.

Les Bryozoaires sont abondants ; sur les 11 formes que nous avons récoltées et que M. Arthur G. Davis a déterminées :

2 sont communes au Cuisien et au Lutétien :

Lunulites urceolata Cuv. *Adeonellopsis elongata* (Canu),

1. Dans cette analyse nous entendons provisoirement par Cuisien les niveaux d'Aizy, de Pierrefonds et de Cuise, à l'exclusion naturellement de celui d'Hérouval que nous avons pour but de rechercher et de dater.

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

1 (*Hornera sp.*) appartient à un genre inconnu au Cuisien,

1 (*Conopeum cf. crassomurale* Gregory du Bartonien d'Angleterre) n'a, dans le bassin de Paris, été signalée qu'à Hérouval,

1 (*Meniscopora Simehi* Canu) n'est connue que d'Hérouval et de Liancourt-Saint-Pierre, c'est-à-dire de deux localités où existerait le « niveau d'Hérouval »,

6 enfin sont considérées comme lutétiennes :

Onychocella parisiensis (d'Orb.)	*Umbonula leda* Canu
Entomaria Dutempleana (d'Orb.)	*Mecynoecia macrostoma* (M. Edw.)
Poricella Leymeriana (Mich.)	*Idmonea coronopus* Defr.

Les Mollusques, sur 60 espèces que nous avons pu déterminer avec certitude, se répartissent comme suit (liste n° 2) :

29 (48,3 %) espèces cuisiennes,

19 (31,6 %) espèces communes au Cuisien et au Lutétien,

8 (13,3 %) espèces décrites par Deshayes d'après des échantillons provenant des « Sables inférieurs » d'Hérouval et considérées par lui comme spéciales à ce gisement, mais découvertes depuis dans des localités cuisiennes,

4 (6,6 %) espèces qui n'apparaissent d'ordinaire qu'au Lutétien.

Enfin, des deux Dasycladacées que nous avons récoltées, l'une est cuisienne : *Neomeris scrobiculata* (Gümb.), l'autre est cuisienne et exceptionnellement lutétienne : *Uteria encrinula* Mich.

Par l'ensemble de leur faune malacologique ces couches 4 c et 5 appartiennent sans aucun doute à celles que Deshayes avait en vue en signalant la découverte à Hérouval des « Sables inférieurs ». D'autre part, en raison de la présence en leur sein de Mollusques et de Bryozoaires inconnus antérieurement au Lutétien, elles font non moins certainement partie de celles où De Raincourt et Canu ont indiqué un mélange d'espèces cuisiennes et lutétiennes et correspondent par suite, ainsi vraisemblablement que le n° 3 dont nous ne nous sommes pas occupés par principe, au « niveau d'Hérouval » des auteurs et à l'« Yprésien-Lutécien » de Canu.

Maintenant que nous avons identifié le « niveau d'Hérouval », il nous est possible d'aborder la seconde partie du problème : quel âge convient-il d'attribuer à ce niveau ?

A cette question nous n'hésitons pas à répondre : le « niveau d'Hérouval » est Cuisien.

Il est cuisien au double point de vue stratigraphique et lithologique. En effet, l'existence de galets dans le n° 2, la différence radicale de faciès (sans aucune couche de transition) que présentent les sables du n° 3, fins, dépourvus de glauconie, identiques à ceux du Cuisien de la région, et les sables du n° 2,

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

grossiers, glauconieux, analogues à ceux du Lutétien inférieur de Chaumont, conduisent à placer la limite du Cuisien et du Lutétien entre le n° 3 et le n° 2, c'est-à-dire immédiatement au-dessus du « niveau d'Hérouval ».

Il l'est également au point de vue paléontologique par ses grands Foraminifères et par l'immense majorité de ses Mollusques. Sans doute renferme-t-il, le fait est incontestable, des Échinides, des Bryozoaires et aussi des Mollusques qui jusqu'ici n'avaient jamais été signalés au Cuisien, mais il est difficile de tirer argument de leur présence pour soutenir que la faune lutétienne a fait irruption dès le « niveau d'Hérouval » et que ce niveau, par suite, est plus récent que le Cuisien. Dans l'ignorance à peu près complète où nous sommes des Échinides et des Bryozoaires cuisiens du bassin de Paris, rien ne nous autorise, en effet, à dire que les espèces trouvées au « niveau d'Hérouval » sont des éléments nouveaux; leur apparition peut, tout aussi vraisemblablement, être la conséquence de ce que dans la région, à la fin de la période cuisienne, les conditions de vie sont devenues favorables au développement de ces organismes, de même qu'au Lutétien les Bryozoaires, rares dans tout l'E du bassin, pullulent au contraire dans l'W (VIII), par suite uniquement d'une différence dans le faciès biologique. Nous ne pouvons davantage attacher grande importance à quelques espèces de Mollusques que personne n'aurait l'idée de citer parmi les formes caractéristiques du Lutétien et dont la présence au « niveau d'Hérouval » a sans doute la même cause que l'arrivée des Échinides et des Bryozoaires.

En résumé, le « niveau d'Hérouval », stratigraphiquement et lithologiquement distinct du Lutétien, sans qu'il existe entre lui et ce dernier aucune couche de passage, représente la partie supérieure du Cuisien. Il est caractérisé au point de vue paléontologique bien moins par les espèces spéciales qu'il peut renfermer et dont le nombre va sans cesse en diminuant à mesure que la faune cuisienne est mieux connue [1] que par la présence, à côté de la plupart des espèces cuisiennes classiques (*Nummulites planulatus*, *Alveolina oblonga*, etc.), de Bryozoaires, d'Echinides et de certains genres de Mollusques (*Pteromeris*, *Microstagon*, etc.) qui indiquent un faciès biologique très différent de celui des formations cuisiennes antérieures, mais par contre voisin et en quelque sorte précurseur de celui du Lutétien inférieur de la région.

1. Sur les 49 espèces que Deshayes considérait comme spéciales au gisement d'Hérouval, 40 ont été trouvées par la suite dans d'autres localités cuisiennes.

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

III. — EXTENSION GÉOGRAPHIQUE DU NIVEAU D'HÉROUVAL

La présence de l' « Yprésien-Lutécien », autrement dit du « niveau d'Hérouval », a été signalée à Liancourt-Saint-Pierre (Oise) et à Cahaignes (Eure) par Canu (VIII) qui base son opinion sur ce qu'il aurait trouvé dans ces deux localités, de même qu'à Hérouval, une couche à Bryozoaires, stratigraphiquement inférieure aux sables grossiers à *Eupsammia trochiformis*.

Bien que contestée par M. R. Abrard (IX, p. 94), l'existence à Liancourt du « niveau d'Hérouval » ne semble pas pouvoir être mise en doute. L'argument de Canu se trouve en effet confirmé par le fait qu'on a autrefois observé en ce point (IX, p. 92) une couche fossilifère occupant la même position stratigraphique que la couche à Bryozoaires de Canu et renfermant une faune de Mollusques analogue à celle du « niveau d'Hérouval » qui, comme nous l'avons vu, est précisément associée à des Bryozoaires [1].

En ce qui concerne Cahaignes, bien qu'ici nous n'ayons d'autre donnée que celle fournie par Canu, nous ne croyons pas qu'on soit en droit de rejeter *a priori* la manière de voir de cet auteur dont les dires se sont trouvés vérifiés à Hérouval et à Liancourt, et pour nous l'existence du « niveau d'Hérouval » est sinon certaine à Cahaignes du moins vraisemblable et même probable.

En dehors d'Hérouval, de Liancourt-Saint-Pierre, de Cahaignes et peut-être des environs de Heilles (Oise) où nous avons autrefois récolté, sans malheureusement tenir compte des Bryozoaires, une faune cuisienne ayant de grandes affinités avec celle d'Hérouval, le « niveau d'Hérouval » fossilifère et par suite identifiable n'est connu nulle part ailleurs. Sans doute est-il d'usage

1. L'analogie de la faune malacologique de cette couche avec celle du « niveau d'Hérouval » ressort de l'analyse de la liste de fossiles donnée par M. R. Abrard (IX, p. 92) ; sur les 67 Mollusques dont se compose cette liste :

30 (44,8 °/₀) sont cuisiens,
20 (30 °/₀) sont communs au Cuisien et au Lutétien,
12 (18 °/₀) sont des espèces dont le type provient d'Hérouval,
2 (2,9 °/₀) n'apparaissent d'ordinaire qu'au Lutétien.
3 (4, 3 °/₀) sont jusqu'ici spéciaux à ce gisement.

A Liancourt le pourcentage des espèces appartenant à la troisième rubrique est même sensiblement plus élevé que celui que nous avons indiqué pour les couches 4 *c* et 5 d'Hérouval (*cf.*, p. 505) et que nous savons d'ailleurs inférieur à la réalité du fait notamment que nous n'avons pas tenu compte dans notre calcul des échantillons dont l'état défectueux de conservation rendait la détermination douteuse (*Lucina Conili* de Rainc., *Microstagon herouvalense* (Desh.), *Bayania herouvalensis* (Desh.), etc.).

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

de lui rapporter la partie supérieure du Cuisien ; c'est ainsi qu'à Cuise par exemple on lui attribue d'ordinaire les sables argileux et les argiles sans fossiles qui séparent l'horizon de Cuise à *Cyrena Gravesi* des couches à *Nummulites lævigatus*. Mais cette assimilation, stratigraphiquement vraisemblable, manque de preuves paléontologiques, de sorte que, dans l'état actuel de nos connaissances, l'extension géographique des couches appartenant incontestablement au « niveau d'Hérouval » se trouve limitée à la région du Vexin.

Liste n° 1.

Fossiles des couches n°s 1 et 2 (Lutétien inférieur).

Nummulites planulatus Lk. [1]
Turbinolia sulcata Lk.
Sphenotrochus semigranosus (Mich.)
Sphenotrochus mixtus (Defr.)
Eupsammia trochiformis (Pallas)
Corbula gallicula Desh.
— *pixidicula* Desh.
Tellina tellinella Lk.
Meretrix lævigata (Lk.)
— *nitidula* (Lk.)
Sunetta semisulcata (Lk.)
Miltha elegans (Defr.)
Phacoides latebrosus (Desh.) [2]
Crassatella tenuistriata Desh.
— *trigonata* Lk.
Venericardia planicosta Lk.
— *acuticostata* Lk.
Pteromeris decussata (Lk.)
— *radiolata* (Desh.)
Condylocardia atomus (Desh.)
Microstagon lævigatum (Desh.)
Nucula parisiensis Desh.
Leda striata Lk.
Limopsis granulata (Lk.)
Axinæa dispar (Defr.)
Fossularca globulosa (Desh.)
Ostrea cariosa Desh.
Eumargarita trochiformis (Desh.)
Solarium canaliculatum Lk.
— *plicatum* Lk.
Homalaxis bifrons (Lk.)
Mesalia multisulcata (Lk.)
Rhinoclavis striatus (Brug.)
— *unisulcatus* (Lk.)
Actæon Gmelini (Bayan)
Bullinella Verneuili (Desh.)
Ringicula ringens (Lk.)
Trochopora ovalis d'Orb.
Rectonychocella dimorpha (Canu)
Lunulites urceolata Cuv.
Entomaria Dutempleana (d'Orb.)
Nellia tenella (Lk.)
Adeonellopsis subteres (Römer)
Bracebridgia incisa (Canu)
Meniscopora milleporacea (M.-Edw.)
Schizostomella crassa (Canu)
— *denticulata* (Canu)
Hippoporina cribrovicellosa Canu
Idmidronea coronopus (Defr.)
Nombreuses dents de Squales *Odontaspis*, *Lamna*. etc.) [3] et nombreuses otolithes.

1. Très nombreux échantillons remaniés pour partie tout au moins.
2. Cette espèce ne paraît pas avoir encore été signalée au Lutétien.
3. Les dents de Squales sont localisées dans la couche n° 2.

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

Liste n° 2.

Mollusques des couches n°s 4 *c* et 5 (niveau d'Hérouval) [1].

Corbula gallicula Desh. C. L.
— *striatina* Desh. C.
— *regulbiensis* Morris C.
Psammodonax Vaudini (Desh.) C.
Meretrix proxima (Desh.) C.
— *sulcataria* (Desh.) C. L.
— *tranquilla* (Desh.) C.
— *gibbosula* (Desh.) L.
— *humerosa* (Desh.) H.
Cardium subporulosum d'Orb. C. L.
Cardium patruelinum Desh. C.
Nemocardium semiasperum (Desh.) C.
Sportella gibbosula Desh. C.
Diplodonta radians Mellev. C.
Miltha bipartita (Defr.) C. L.
Phacoides Requieni (Lévesque) C.
— *latebrosus* (Desh.) H.
Divaricella discors (Desh.) C.
— *Rigaulti* (Desh.) C. L.
Erycina Foucardi Desh. H.
Crassatella plumbea (Chemn.) *var. minor* Desh. C.
Crassatella Thallavignesi Desh. C.
Crassatella propinqua Wat. C.
Crassatella trigonata Lk. C. L.
Venericardia planicosta Lk. *var. suessoniensis* d'Arch. C.
Venericardia eudædala (Bayan) C.
Venericardia aizyensis (Desh.) C.
— *Prevosti* (Desh.) C. L.
Pteromeris n. sp.
Microstagon lævigatum (Desh.) L.
Lutetia umbonata Desh. C.
Nucula capillacea Desh. L.
Limopsis altera Desh. H.
Axinæa pseudopulvinata (d'Orb.) C.
Fossularca dispar (Desh.) H.
— *globulosa* (Desh.) C. L.
Modiolaria hastata (Desh.) C. L.
Avicula herouvalensis Desh. C.
— *aviculina* Desh. H.
Ostrea multicostata Desh. C.
— *submissa* Desh. C. L.
Dentalium lucidum Desh. C.
Siphonodentalium breve (Desh.) C. L.
Eumargarita grata (Desh.) H.
Collonia marginata (Lk.) C. L.
— *turbinata* (Desh.) C. L.
Phasianella tenuistriata Desh. H.
Velates Schmideli (Chemn.) C. L.
Turritella Solanderi M.-E. C.
— *Vaudini* Desh. C.
Diastoma variculosum Desh. C.
Rhinoclavis unisulcatus (Lk.) C. L.
Sandbergeria regularis (Mellev.) C.
Scaphander parisiensis d'Orb. C.
Volvulella radius (Desh.) C.
Bullinella Bruguierei (Desh.) C. L.
Bullinella goniophora (Desh.) C. L.
Bullinella cylindroides (Desh.) C. L.
Roxania semistriata (Desh.) C. L.
Bulla plicata Desh. *var.* L.
Ringicula minor Desh. C.

1. Les espèces cuisiennes sont indiquées par un C, les espèces communes au Cuisien et au Lutétien par les lettres C. L., les espèces dont le type est d'Hérouval par un H, enfin celles qui n'apparaissent d'ordinaire qu'au Lutétien par un L.

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

BIBLIOGRAPHIE

I. Graves (L.). Essai sur la Topographie géognostique du Département de l'Oise. Beauvais, 1848.

II. Deshayes (G. P.). Description des animaux sans vertèbres découverts dans le bassin de Paris. Paris, 1856-1865.

III. De Raincourt. Sur le terrain éocène du bassin de Paris. *B. S.G. F.* (3), IX, 1880-1881, p. 389.

IV. Munier-Chalmas et de Lapparent. Note sur la nomenclature des terrains sédimentaires. *B. S. G. F.* (3), XXI, 1893.

V. De Lapparent. Traité de Géologie, 4e édit., Paris, 1900.

VI. Munier-Chalmas. Notice sur ses travaux scientifiques. Lille, 1903.

VII. Cossmann (M.). Catalogue illustré des coquilles fossiles de l'Éocène des environs de Paris. *Ann. Soc. Roy. Malacolog. de Belgique.* Bruxelles, 1886-1913.

VIII. Canu (F.) Bryozoaires des terrains tertiaires des environs de Paris. *Ann. Paléont.*, V, Paris, 1910.

IX. Abrard (R.). Le Lutétien du bassin de Paris (Thèse de Doctorat), 1925.

X. Fritel (P. H.). Guide géologique et paléontologique de la région parisienne. Paris, 1910.

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

Sur le développement des sédiments du Permien inférieur dans le Kasakstan du Nord-Est.

Étude phytostratigraphique

par Mlle H. Th. Tchirkova [1].

La flore du Carbonifère inférieur provenant de Karaganda et de Ekibastouz a été étudiée par M. D. Zalessky. Elle est composée de *Lepidodendron kirghizicum* Zal., *Cardioneura karagandensis* Zal., de *Caragandites rugosus* Zal. et de *Caenodendron primaevum* Zal. (1)[2]. La flore du Permien inférieur, trouvée par G. I. Vodorésov et provenant du lac Petit-Téniz près de la montagne Iérémen-Taou au NW de Pavlodar sur l'Irtyche, a fait l'objet d'une autre étude de cet auteur.

Il a constaté dans cette flore l'*Angaridium Potanini* (Schmalh) Zal., *Odontopteris kirghizica* Zal. et *Cardioneura tenisensis* Zal. (2). La première forme indique que les éléments de la flore de l'assise Tomienne du bassin de Kousnetzk (3) avaient une certaine extension sur le territoire des steppes kirghiziennes, mais les sédiments qui lui correspondent ne se sont évidemment conservés qu'en forme d'îlots comparativement petits. La possibilité de leur extension sur une grande échelle n'est pas invraisemblable, d'autant plus que dans la chaîne des montagnes Kolbinsky, voisine des steppes kirghiziennes, notamment dans la région Kokpektinsky j'ai constaté, à présent, une flore qui est, sans aucun doute, celle de l'assise Tomienne du bassin de Kousnetzk et de l'assise Abakanienne du bassin de Minoussinsk qui lui correspond (4). Les déterminations de cette flore ont été faites par moi d'après les matériaux de V. A. Obroutchev, de M. M. Vassilievsky et de G. I. Sokratov et d'après les collections de M. E. Janichevsky provenant de la rivière Petite Boukon, des petites rivières Tologoïka, Tchiguilek, Karadjalka, de la vallée de la rivière Kaïndy-Boulak, des environs du hameau Kasagatch, de la mine Zolotaia Gorka (Trofimov), de la mine

1. Note présentée à la séance du 6 mai 1935.

2. Les chiffres entre parenthèses (1) renvoient à la liste des ouvrages cités à la fin de la note.

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

Tologoïka et de la rivière Kokpektinka (coll. de Lodotchnikov). J'ai déterminé *Angaridium tologoicum* TCHIRKOVA, proche de l'*Angaridium Potanini* (Schmalh.) ZAL. *Angaropteridium cardiopteroides* (Schmalh.) ZAL., *Angaropteridium tchigilekense* TCHIRKOVA, *Angaropteridium Zalesskyi* TCHIRKOVA, *Cardioneura sibirica* ZAL., *Phyllotheca deliquescens* (GOEPPERT), *Noeggerathiopsis Theodori* TCHIRKOVA et ZAL. et deux formes nouvelles de *Walchia* ou de *Voltzia*. La flore trouvée dans la région de la Kokpektinka est voisine de la flore du gisement de houille de Kenderlyk dans le Saour, flore décrite par M. D. Zalessky (5) d'après les matériaux de B. P. Nekhorochev provenant de l'assise à charbon de la coupe de Kenderlyk (6), où sont présents *Angaropteridium cardiopteroides* (Schmalh.) ZAL. *Noeggerathiopsis Theodori* TCHIRKOVA et ZAL. [1], *Dadoxylon Vsevolodi* ZAL. et *Dadoxylon Nekhoroschevi* ZAL. La présence de la flore de l'assise Tomienne dans le Tarbagatai russe, dans les montagnes de Monrak (ravin Sary-Boulak) dans les sources de la rivière Ourtoun-Boulak, dans le cours supérieur de la rivière Taïdjouzguen, dans le Tchiliktinsky Graben (fossé) sur la rivière Ters-Airyk a déjà été signalée par M. D. Zalessky qui a reproduit la flore provenant des localités citées dans son atlas : « Flore paléozoïque de la série d'Angara. »

Cette même flore est répandue dans la vallée de la rivière Khara-Tarbagatai, dans la Mongolie du Nord-Ouest. Dans toutes les localités citées, on voit apparaître *Angaridium Potanini* (SCHMALH.) ZAL., *Noeggerathiopsis Theodori* TCHIRKOVA et ZAL., *Angaropteridium cardiopteroides* (SCHMALH.) et *Phyllotheca deliquescens* GOEPPERT sp. L'assise Tomienne du bassin de Kousnetzk est subdivisée en deux sous-assises : l'inférieure Starobalakhonkienne et la supérieure Davidovienne. La première est caractérisée par la présence de l'*Angaridium Potanini* (SCHMALH.) ZAL. et de l'*Angaropteridium cardiopteroides* (SCHMALH.) ZAL et par l'apparition de *Noeggerathiopsis Theodori* TCHIRKOVA et ZAL. La présence, près du lac Petit Tenis, aux environs de la montagne

1. *Noeggerathiopsis Theodori* TCHIRKOVA et ZAL. a été défini dans l'ouvrage cité de M. D. Zalessky comme *Noeggerathiopsis aequalis* (Goeppert) *loc. cit.* pl. XI, fig. 6. Cette espèce (*Noegerathiopsis aequalis* GOEPPERT sp.) qu'on comprenait plutôt d'une manière large est limitée à présent dans son extension principalement à l'assise Koltchouguinienne du bassin de Kousnetzk et à l'assise Abienne sans passer dans l'assise Tomienne (voir H. Th. Tchirkova. To the stratigraphy of the coal-bearing deposits of the Kusnetzk coal Basin and on *Noeggerathiopsis Theodori* n. sp., a Cordaites, characteristic of the Tomian-series. *Materials of the Central Scientific Geological and Prospecting Institute. Paleontology and Stratigraphy.* Magazine 2, 1933, p. 33).

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

Iérémen-Taou, de l'*Angaridium Potanini* (Schmalh.) Zal., ainsi que la présence de la flore signalée plus haut dans le Saour, dans la chaîne des montagnes de Monrak, dans la rivière Tarbagataï dans le Tchiliktinsky Graben limite probablement dans les localités indiquées [1] l'extension de l'assise Tomienne plutôt à ses parties inférieures. L'âge de l'assise Tomienne du bassin de Kousnetzk a été reconnu par M. D. Zalessky et par moi (7) pour permien inférieur, la présence de la flore de l'assise Tomienne près du lac Petit-Tenis, dans la chaîne des montagnes Kolbinsky, au Kenderlyk, au Tarbagataï prouve la présence par endroits sur le territoire du Kasakstan du Nord-Est à côté de sédiments du Carbonifère inférieur, de sédiments du Permien inférieur aussi. Il faut recommander aux explorateurs de la géologie de ce territoire de récolter soigneusement la flore fossile afin d'indiquer, d'après cette flore, jusqu'à quel point ces sédiments y sont répandus.

1. Dans l'ouvrage de V. A. Chachlov, Restes de la flore permo-houillère sur l'Altai. Matériaux pour la géologie de la Sibérie occidentale n° 4, 1933 (en russe) sont signalées les formes suivantes provenant de la steppe Kouraïenne au Sud du lac Téletskoié : *Phyllotheca Krasnopeevae* Chachl., *Aneimites Lopatini* Schmalh. sp., *Angaropteridium kuraiskiense* Chachl., *Angaropteridium ovatum* Chachl., *Gondwanidium latifolium* Chachl., *Gondwanidium altaicum* Chachl., *Noeggerathiopsis aequalis* Goeppert sp. et *Pecopteris Tchichatcheffi* (Schmalh.) Si l'on fait des corrections des définitions de V. A. Chachlov cette liste se présentera ainsi *Lobatannularia Stschurowskii* (Schmalh.) Zal., *Aneimites Lopatini* (Schmal.), *Angaropteridium cardiopteroides* (Schmalh.) Zal. pour *Angaropteridium kuraiskense* Chachl., *Cardioneura ovata* (Chachl.), *Gondwanidium sibiricum* (Petunn.) Zal. pour *Gondwanidium latifolium* et *G. altaicum* Chachl. *Noeggerathiopsis Theodori* Tchirkova et Zal. et *Cladophlebis tychtensis* Zal. D'après cette liste corrigée on peut juger que l'assise Tomienne (sous-assise Davidovienne) est sans aucun doute développée dans la steppe kouraïenne. La présence de *Lobatannularia Stschurowskii* (Schmal.) Zal. et de *Cladophlebis tychtensis* Zal. dans quelques localités atteste le développement probable, dans la steppe kouraïenne, de l'assise Koltchouguinienne ou, peut-être, de l'assise Abienne.

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

OUVRAGES CITÉS

1. M. D. Zalessky. Flore paléozoïque de la série d'Angara. Atlas *Mém. Com. Géolog.* Nouv. série, livr. 174, 1918.
— Sur un nouveau végétal du carbonifère inférieur *Caraganditesrugosus* n. g. et n. sp. *Bull. Acad. Sciences de l'U.R.S.S.*, C.S.M.N., 1933, p. 1383.
— Végétaux paléozoïques de Sibérie. *Ann. de la Société Géolog. du Nord*, vol. LVIII, 1932.
2. M. D. Zalessky. Observations sur les végétaux nouveaux du terrain permien du bassin de Kousnetzk. II. *Bull. de l'Acad. Sciences de l'U. R. S. S.*, C. S. M. N., p. 773-775.
3. M. D. Zalessky. Sur une division et l'âge du système anthracolithique du bassin de Kousnetzk d'après la flore fossile, (en russe). *Bull. Acad. des Sciences de l'U.R.S.*, C.S.M.N., 1933, n° 4, p. 597.
4. M. D. Zalessky et H. Th. Tchirkova. Distribution de la flore fossile suivant les coupes géologiques de l'Anthracolithique dans les bassins de Kousnetzk et de Minoussinsk et sa division d'après cette flore, 1934. En russe avec un résumé en français, sous presse dans les *Bull. de l'Acad. des Sciences de l'U. R. S. S.*
5. M. D. Zalessky. Sur la flore paléozoïque de la série d'Angara. *Bull. Com. Géol.*, vol. XIV, n° 5, 1926.
6. B. Nekhoroshev. The Kenderlyk Coal-Field. Matériaux pour la géologie générale et appliquée, livr. 79, 1928. (En russe avec un résumé en anglais.)
7. M. D. Zalessky. Sur une division et l'âge du système anthracolithique du bassin de Kousnetzk d'après la flore fossile. *Bull. Acad. d. Sciences de l'U.R.S.S.*, C.S.M.N. 1933, n° 4, p. 597.

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

Remarques sur la structure du Sahara sud-occidental

par **Théodore Monod** [1].

Ayant pu parcourir successivement, en Mauritanie, le Tagant, l'Adrar, l'Aouker et, au Soudan, l'Azaouad, les régions de Taoudeni, Teghazza, Agueraktem, Tinioulig, le Hank, le Lemriyé, le Timétrine, le Tilemsi, j'ai eu l'occasion de faire quelques observations géographiques et géologiques.

A. Plateaux mauritaniens. — Reposant sur le socle précambrien, on trouve : 1° une puissante série schisto-calcaire (avec dolomies à Stromatolithes, silex, jaspes, etc.), qui peut admettre, à sa base ou en intercalations, des bancs gréseux (« grès de base ») parfois épais et qu'il importe alors de ne pas confondre avec les grès ordoviciens (« grès inférieurs » du Sahara algérien) ; tout le pays séparant du cristallin, à l'Ouest et au Nord, la falaise Hamdoun-Amojjiar-El Beyyed-Sani appartient à cette série (dhar de Touyerma-Char, gour de Lemhaguen, Assabet el Hassian, Azarane, Maqteir, etc.) qui reparaît encore, plus au Sud, au centre érodé du Richat. — 2° Une série gréseuse (plateau de Chinguetti-Ouadane, totalité du Tagant), ordovicienne au moins en partie et peut-être en entier, comprenant : les grès compacts ruiniformes du dhar de Chinguetti et de Tidjikja (*a*), des grès tendres à « colonnettes » (*Tigillites*), par place des psammites à *Lingula* (*b*) constituant avec les grès durs ruiniformes qui les surmontent (*c*) un deuxième gradin, celui d'Aouinet Ncher, Dakhlet Kelchi, Aoutouat, Niémilane (Adrar), Rachid, etc. — 3° Les schistes à Graptolithes (Gothlandien) que j'ai découverts au Sud de Niémilane, surmontés d'un tassili dévonien qui constitue les plateaux d'El Haguer, Iramach, Chig, Tenemouj et Charania. Vers l'Est j'ai retrouvé le Gothlandien dans le dhar de Tichitt-Oualata, à Imeddel el Akhdar, Bou Maya, El Glatt et Kedama.

On sait par ailleurs (Chudeau, 1911) que la série paléozoïque atteint, très localement d'ailleurs, et à la faveur d'un accident tectonique particulièrement accusé, le Carbonifère.

1. Note rédigée au Laboratoire de M. le Professeur A. Gruvel, au Muséum National d'H. nat. et présentée à la séance du 4 novembre 1935.

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

Cette analyse du primaire mauritanien, poussée vers le Sud jusqu'au massif de l'Affolé et à l'Est jusqu'au Faguibine, permet de paralléliser enfin les termes de la stratigraphie soudanaise, voire guinéenne, avec ceux du Sahara occidental et du Sud-Algérien. Le golfe Aouker-Hodh est une fenêtre d'érosion ouverte dans les grès ordoviciens et l'on peut, par les grès du Faguibine, de Tendirma, de Tendifarma et du Débo, relier les « grès inférieurs » de Tichitt-Oualata (Ordovicien) à ceux de Bamako, indubitablement homologues des précédents, et, par conséquent, de ceux du Tagant et de Chinguetti.

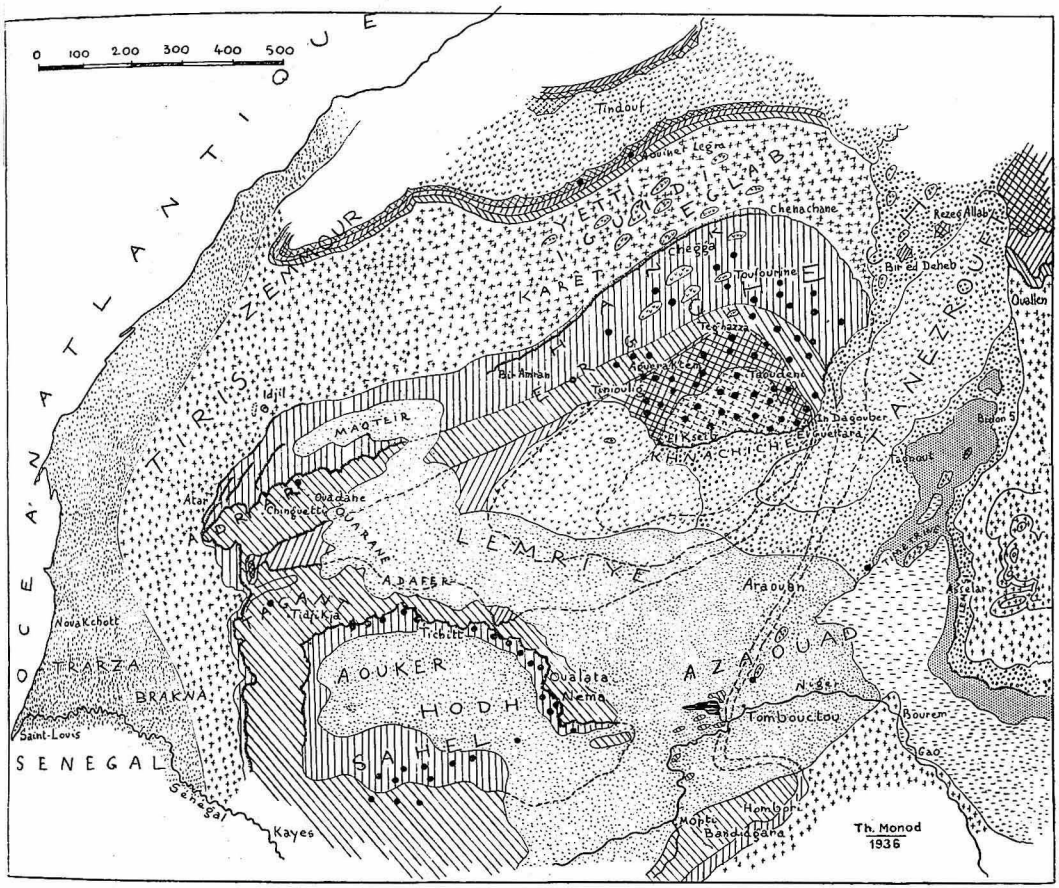
B. Synclinal d'Araouan-Taoudeni. — Au Nord de Tombouctou j'ai pu, sur plusieurs itinéraires différents, recouper dans toute sa largeur, jusqu'au cristallin de la zone anticlinale Karêt-Eglab, le bord nord du synclinal d'Araouan, où j'ai reconnu une série paléozoïque s'étendant du Cambrien au Carbonifère et comprenant : 1° une série schisto-calcaire extrêmement développée — au moins en surface sinon en épaisseur —, pouvant renfermer des grès (Mdennah) mais essentiellement composée d'une partie inférieure dolomitique et calcaire (Stromatolithes) et d'une partie supérieure schisteuse (ardoises multicolores de l'Azlef) ; 2° les « grès inférieurs » de Mjebir, Tinioulig, Agueraktem, Teghazza, prolongeant ceux de l'Adrar ; 3° le Gothlandien à Graptolithes ; 4° le Dévonien fossilifère (région de Teghazza) ; 5° un Carbonifère inférieur volontiers schisto-gréseux à sa base (Tournaisien d'Oum el Assel, etc.), calcaire au sommet (Viséen de la Hammada Safia : Sud d'Agueraktem, Sud de Teghazza, Sud et Sud-Est d'Oum el Assel, Telig, El Guettara ; les calcaires viséens fossilifères sont surmontés d'une dalle de calcaires à inclusions bréchoïdes (Hammada el Hareïcha) sur laquelle repose en concordance une série calcaire (à silex) et argilo-gypseuse (à amiante) ; ces argiles lie de vin, très développées dans la région d'El Guettara, Taoudeni, tout le long du Khnachiche, et en particulier vers l'Ouest, au Nord du Kseïb où la série s'étale largement, ne sont pas datées ; elles peuvent représenter un Carbonifère moyen lagunaire ou même des termes plus jeunes. Elles ne sont pas, en tous les cas, comme on l'avait admis, la base du Continental intercalaire, mais le sommet de la série paléozoïque.

Il faut signaler l'absence totale d'assises antérieures au Carbonifère autour de Taoudeni, où la succession est normale, sans fenêtre sur le Précambrien.

C. Continental intercalaire. — Sur les argiles lie de vin reposent, parfois par l'intermédiaire d'un conglomérat, les grès

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

Croquis schématique de la Géologie du Sahara occidental.



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

1. Précambrien (granites, rhyolites, schistes cristallins, etc.).
2. Roches éruptives filoniennes (diabases, dolérites) en dehors du territoire précambrien.
3. Série schisto-calcaire et « grès de base » [Cambrien (?)].
4. « Grès inférieurs » [Ordovicien] et schistes à Graptolithes [Gothlandien].
5. Grès et calcaires marins [Dévonien].
6. Grés et calcaires marins [Dinantien].
7. Argiles lie de vin gypsifères et grès de Taoudeni et de la Blana à *Lepidodendron* [Westphalien].
8. Grès, conglomérats et argiles (à bois silicifiés et débris de Reptiles) [Continental intercalaire].
9. Calcaires siliceux (hammada de Tindouf, du Tanezrouft, etc.) [Continental d'âge indéterminé].
10. Série marine marno-calcaire [Cénomanien à Eocène].
11. Grès argileux du Niger [Post-Eocène].
12. Tertiaire-Quaternaire littoraux.
13. Quaternaire.

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

du Khnachiche à bois fossile : ceux de Foum el Alba, d'El Mraïti et d'In Echaï appartiennent à la même série et ne sont nullement paléozoïques.

D. Crétacé et Tertiaire. — Dans la région du Timétrine et du Tilemsi j'ai pu étudier une série fossilifère comprenant, de bas en haut et de l'Est à l'Ouest : 1° sur les argiles non datées du Tilemsi (reposant elles-mêmes sur le Précambrien de l'Adrar des Iforas) un premier niveau calcaire du type « terrecht » (Maestrichtien) ; 2° des grès et des sables daniens lagunaires, à crocodiles ; 3° un deuxième gradin de « terrecht » (Montien) ; 4° quelques assises marno-calcaires éocènes, passant à des couches très littorales puis lagunaires (graviers à ossements de Sélaciens et de Reptiles, argiles gypsifères) ; 5° surmontant le tout, les couches azoïques des « grès argileux du Niger », transgressives vers l'Ouest.

La transgression crétacée semble avoir été ici plus tardive que plus à l'Est, moins profonde également, et bien proche de sa limite occidentale qui a peut-être été marquée par un accident anticlinal Faguibine-Tadrart-Eroug-Timétrine.

E. Tectonique. — Le synclinal hercynien d'Araouan-Taoudeni, étalé en largeur de Bandiagara au Hank, en longueur du Tiris au Timétrine, masqué en partie par des terrains mésozoïques ou récents, occupe tout le Sahara sud-occidental ; c'est un pli à très grand rayon de courbure, sauf en ses deux extrémités (Tamga à l'Ouest, Faguibine à l'Est) où les grès sont violemment plissés (perpendiculairement à l'axe du synclinal d'ailleurs).

Comme les affleurements se bouclent à l'Ouest, sur l'Adrar et le Tagant, il est possible qu'il en soit de même au Nord-Est : les différents termes de la série primaire, recourbés vers le Sud-Est et le Sud (comme la chose est déjà certaine pour le Viséen), achèveraient de délimiter ainsi une cuvette autonome, distincte des formations de même âge du Sud-Algérien (Touat, Ahnet) et séparée d'elles peut-être par une dorsale cristalline Eglab-In Zize à rechercher dans l'erg Chech oriental et le centre, inexploré, du Tanezrouft.

F. Roches éruptives (en territoire sédimentaire). — Les venues filoniennes sont extraordinairement rares dans la partie occidentale et septentrionale des plateaux mauritaniens, où je n'en connais que deux, à Tamra (Tagant) et dans le haut oued Aghmakou (Adrar) ; la voussure du Richat pourrait bien être en rapport avec la mise en place d'un laccolite sous-jacent, qui n'affleure d'ailleurs nulle part, même au centre du dôme. Dans la série

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

schisto-calcaire de l'Aouker, et surtout du Hodh, les filons doléritiques se multiplient (Foum Hajar, Tichitt, Aghréjit, Kedama, Oujaf, Oualata, Néma, etc.), donnant parfois naissance, par leur abondance et l'extrême régularité de leur disposition, à un paysage « cloisonné » très typique.

Il n'existe pas de volcans à Taoudeni, mais j'ai trouvé, d'In Dagouber à Mjebir (550 kil.), et du Khnachiche au Hank (350 kil.), une extraordinaire abondance de filons doléritiques perçant toute la série primaire jusqu'au Carbonifère et aux argiles lie de vin incluses. En dehors du territoire primaire, je n'ai observé que deux affleurements éruptifs, à El Mraïti (Azaouad) et au pied du Tadrart.

G. Quaternaire. — Des dépôts quaternaires très développés et des plus variés sont tous continentaux, le plus souvent d'eau douce, aucun n'est marin : calcaires lacustres à Mollusques, argiles à coprolithes de Crocodiles et à roseaux, vases à Diatomées, brèches osseuses à Hippopotame et Crocodile, travertins à végétaux et à Mollusques, croûtes stalactitiques, grès à poissons, cailloutis fluviatiles, sols noirs forestiers à Achatines, lits charbonneux, dépôts salins et gypseux, sables divers, etc.

Il sera peut-être possible de distinguer, dans l'extension des lacs quaternaires deux maxima, d'amplitude décroissante, séparés par une phase d'assèchement; le premier maximum serait contemporain du paléolithique ancien, le second du néolithique (engins de pêche de pierre et d'os).

Au point de vue de la géographie quaternaire, il faut signaler que la sebkha de Taoudeni (comme celles de Teghazza, Agueraktem, Tinioulig, etc.) est un accident purement local et n'a jamais pu avoir de relation avec les zones d'épandage, beaucoup plus méridionales, du Niger moyen; celles-ci (bassin d'Araouan) semblent n'avoir jamais eu de connexions avec les zones d'épandage du Sud-Ouest algérien (oueds Messaoud, Tiredjert, Tamanrasset, etc.), les deux bassins, d'Araouan et du Tanezrouft, paraissant entièrement distincts.

M. Emm. de Margerie tient à souligner l'importance des résultats qui se dégagent des récentes observations de M. Th. Monod sur le Sahara Sud-Occidental; les explorations de ce vaillant naturaliste ont permis de donner à la feuille I de la *Carte géologique Internationale de l'Afrique*, actuellement en cours d'exécution, une physionomie tout à fait nouvelle.

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

Note ajoutée en cours d'impression.

Depuis la rédaction des lignes qui précèdent, j'ai pu retourner au Sahara occidental, visitant à nouveau la région de Taoudeni, l'Erg Chech occidental et le Hank, poussant, à travers l'Iguidi, jusqu'à Tindouf, et effectuant enfin la traversée du Tanezrouft central.

Ces itinéraires m'ont permis de compléter les travaux de la campagne précédente et d'en étendre les résultats à des régions nouvelles.

Les points les plus importants à signaler sont :

1° La découverte de *Lepidodendron* dans les grès lie de vin de Taoudeni, qui sont, on l'a vu plus haut, concordants sur le Viséen, et dont l'âge westphalien se trouve ainsi établi.

2° la présence, au bord sud du synclinal de Tindouf, d'un Ordovicien typique, reposant directement sur le cristallin du Yetti et surmonté de schistes papyracés lithologiquement identiques à ceux du Gothlandien saharien fossilifère, mais n'ayant pas encore livré de Graptolithes.

3° l'extension très considérable des terrains de hammada du type « hammada de Tindouf », d'âge incertain encore, mais qu'on retrouve, à l'état de lambeaux plus ou moins étendus, sous l'Iguidi, sur le Hank, sous l'Erg Chech, sur le Continental intercalaire entre Tagnout et le Khnachiche, et qui constituent le plateau du Tanezrouft central, large de près de 400 kilomètres.

4° l'orientation méridienne de la falaise du Khnachiche au Nord d'In Dagouber et la soudure, par le Tanezrouft occidental, des grès du Continental intercalaire soudanais avec ceux du sud-algérien.

5° conformément à l'hypothèse formulée plus haut, l'inflexion vers le Sud-Est, à l'Est de Taoudeni, de tous les termes de la série primaire, qui délimitent ainsi l'extrémité d'un synclinal d'Araouan entièrement distinct des terrains du même âge du bord sud du synclinal de Tindouf et de l'enceinte tassilienne, et séparé de ces derniers par un axe cristallin qui réunit les Eglab au massif central.

6° l'absence totale de dépôts quaternaires d'eau douce sur le plateau du Tanezrouft central, où il n'existe pas la moindre trace de réseau hydrographique, et par conséquent l'impossibilité d'utiliser la prétendue cuvette du Tanezrouft pour y tracer d'hypothétiques tracés d'oueds quaternaires.

7° l'existence d'un immense plateau sur toute l'étendue du Tanezrouft central, plateau appartenant à une série hammadienne homologue de celle de Tindouf, et à la surface duquel le « reg », loin d'être un « reg » alluvial, exogène, de transport, semble n'être qu'un « reg » endogène, de dissociation ou d'excrétion, les galets de quartz simplement libérés sur place par la désagrégation d'un poudingue.

9 avril 1936.

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

Le plateau de l'Ain et sa bordure, dans la moitié nord de la feuille de Saint-Claude au 1/80.000e.

par **Maurice Dreyfuss** [1].

Le plateau de l'Ain, tel que je l'entends ici, représente la terminaison méridionale de la partie des grands plateaux du Jura situés à l'Est de la chaîne de l'Euthe. Au Nord de la feuille de Saint-Claude, il a environ 8 km. de largeur et s'étend de Largillay aux lacs de Clairvaux ; les plis de la haute-chaîne étant dirigés sensiblement du NNE au SSW, il diminue de largeur au fur et à mesure que l'on s'avance vers le Sud, et n'a plus, sur le parallèle de Cernon, que 2 km. de largeur.

Dans toute l'étendue du plateau proprement dit, les couches paraissent partout horizontales ; en réalité, elles plongent très légèrement vers le Sud, ce qui a pour effet de faire affleurer à la surface du plateau des couches de plus en plus récentes du Nord au Sud (Oxfordien près des lacs de Clairvaux ; Kimméridgien et Portlandien près de Cernon). L'Ain entaille profondément ce plateau, au milieu duquel il décrit de nombreux méandres. Il entaille le Jurassique supérieur jusqu'à l'Oxfordien près de Brillat, et l'un de ses sous-affluents a dégagé une boutonnière d'Oxfordien au Nord-Est de Meussia : ce qui montre qu'outre le plongement général des couches vers le Sud, le plateau est parcouru par de très larges ondulations.

En se rapprochant de la bordure du plateau, soit vers l'Est, soit vers l'Ouest, on observe toujours des couches d'allure aussi tranquille ; puis, brusquement, lorsqu'on aborde les côtes qui dominent la surface mamelonnée du plateau, on rencontre des couches très redressées, souvent verticales, et parfois même renversées : il s'agit là d'accidents dont l'existence n'apparaît pas sur la carte géologique actuelle, et que je me propose de décrire sommairement :

L'accident de la bordure occidentale du plateau se poursuit sans interruption depuis Largillay jusqu'au Sud de Cernon (fig. 1) : entre Marsonnay et Mérona, on trouve une série de

1. Note présentée à la séance du 16 décembre 1935.

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

Jurassique moyen, limitée à l'Ouest par un accident qui est le prolongement de la chaîne de l'Euthe ; cette série se poursuit vers le Sud, avec un pendage vers l'Est variable, mais ne dépassant pas 30 à 40°. L'Oxfordien fait suite au Bathonien supérieur, et forme une combe, de direction générale nord-sud, couverte de prés, et jalonnée dans sa partie méridionale par le lac d'Onoz

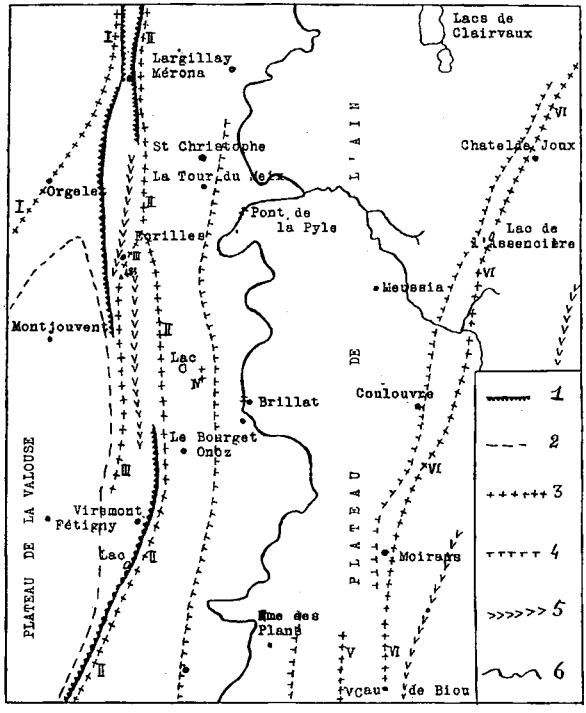


FIG. 1. — Croquis tectonique de la région des plateaux de l'Ain.

Légende : 1, failles ; 2, limite du plateau de la Valouse ; 3, axes anticlinaux ; 4, charnières monoclinales ; 5, axes synclinaux ; 6, rivières.

et par la petite plaine alluviale du Moulin de la Pelle. De l'autre côté de cette combe, le crêt de Jurassique supérieur présente soit immédiatement, soit un peu plus à l'Est, un plongement supérieur à celui du Bathonien : à Saint-Christophe, le Rauracien est relativement peu incliné, mais, à 500 m. environ à l'Est de ce hameau, on le voit plonger verticalement, et, à sa suite l'Astartien et le Kimméridgien ; si bien qu'à peine plus loin, sur le promontoire découpé par l'Ain, la surface du plateau est constituée par les marno-calcaires à *Pterocera oceani* (fig. 2). Une coupe à peu près identique peut être observée le long de la route allant de la Tour

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

du Meix au pont de la Pyle. Et le même ploiement du Jurassique supérieur se poursuit jusque dans le bois de Meussia, un peu au Sud du chemin de grande communication n° 104, allant d'Orgelet à Moirans.

A l'Est du lac d'Onoz, le long du chemin de grande communication n° 3, qui, d'Onoz, va rejoindre le G.C.104, on constate avec surprise la présence d'un petit affleurement d'Oxfordien : cet affleurement est dû à un brachyanticlinal tout à fait local, dont le flanc occidental plonge doucement vers l'Ouest, tandis que le Rauracien du flanc oriental est presque vertical.

Enfin, d'Onoz à Cernon (fig. 4 et 5) les couches reprennent l'allure qu'elles avaient plus au Nord : les bancs, toujours fort inclinés, mais plus rarement verticaux, redeviennent subitement horizontaux dans la forêt de Vaucluse, où affleure le Kimméridgien, et sur le plateau de Cernon, dont les corniches portlandiennes dominent la vallée de l'Ain, entaillée dans le Kimméridgien.

A l'Est, le plateau de l'Ain est limité topographiquement par la crête de la forêt de la Joux, à laquelle font suite, après la coupure de la vallée de la Cimante, la crête du Fyète et le mont Saint-Christophe ; puis, après une nouvelle coupure correspondant au débouché de la plaine de Moirans, vient le mont Robert. Au Sud du mont Robert, la crête limitant le plateau s'abaisse légèrement, prend une direction sensiblement EW, et revient, à partir du bois Montandriet, à la direction NNE-SSW.

La longue série de crêtes qui, sur plus de 17 km., se dresse depuis la forêt de la Joux jusqu'au mont Robert, est constituée par des couches très inclinées, verticales ou même renversées de Jurassique supérieur (fig. 2, 3 et 4). La crête de la forêt de la Joux représente le flanc occidental de l'anticlinal de l'Assencière ou de Moirans. Dans cette région, le flanc oriental de l'anticlinal est incliné à 30° environ ; son axe correspond à la combe oxfordienne de Chatel de Joux et du lac de l'Assencière. Dans la forêt de la Joux, les couches, verticales sur la crête, sauf au voisinage de la vallée de la Cimante (fig. 3), où elles sont inclinées à 45-50°, redeviennent très rapidement horizontales, donnant l'impression d'un pli monoclinal analogue à celui de la bordure ouest des plateaux.

Les crêtes du Fyète, du mont Saint-Christophe et du mont Robert sont également la retombée de l'anticlinal de Moirans, dont l'axe est constitué, de la vallée de la Cimante à Moirans, par du Jurassique moyen. Le pli est absolument dissymétrique, et, tandis que les plongements sont très faibles sur son flanc

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

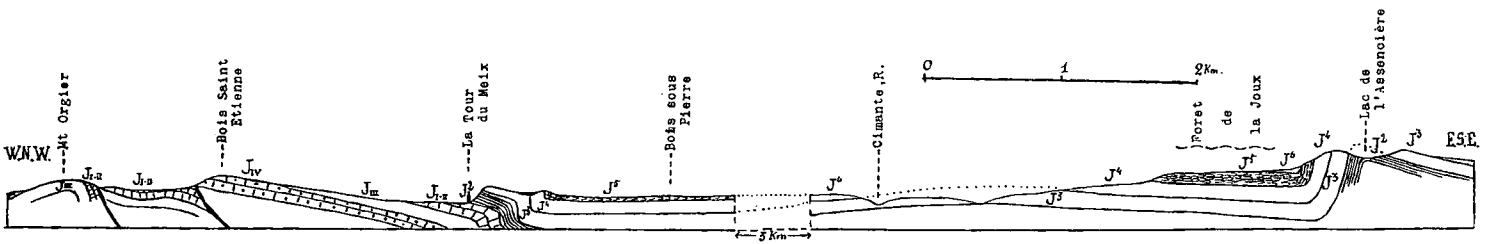


FIG. 2. — Coupe passant par la Tour du Meix et par la forêt de La Joux.

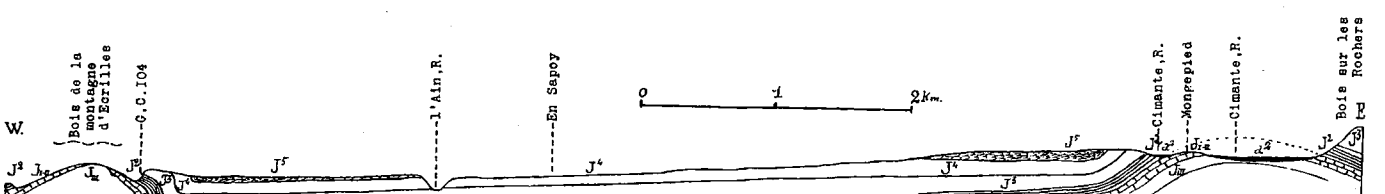


FIG. 3. — Coupe de la montagne d'Ecrilles à la cluse de la Cimante.

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

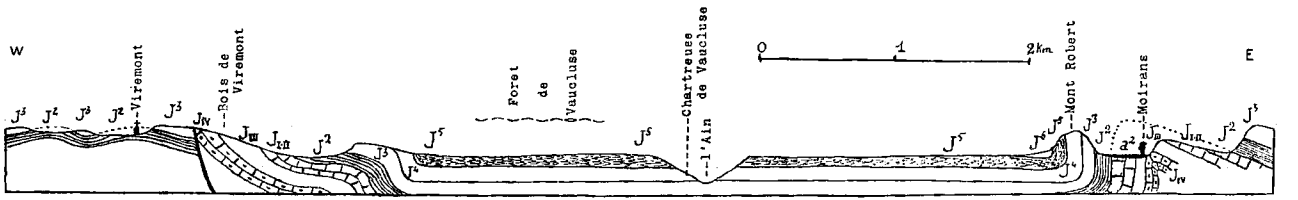


FIG. 4. — Coupe de Viremont à Moirans.

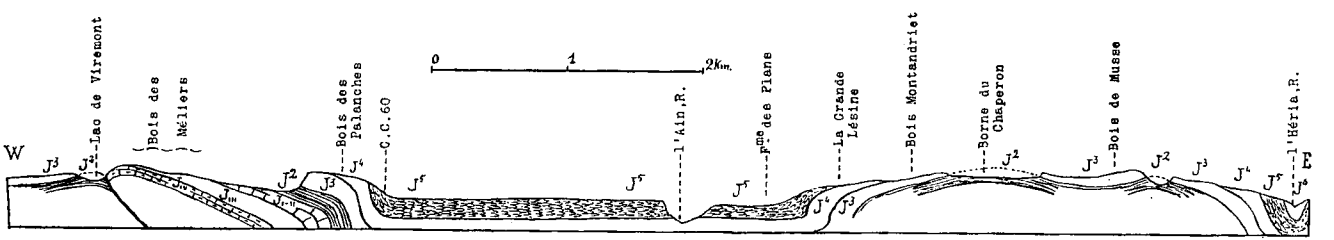


FIG. 5. — Coupe du lac de Viremont à la vallée de l'Héria.

Légendes communes aux figures 2, 3, 4 et 5 : J_{IV} Bajocien ; J_{III} Bathonien inférieur; J_{I-II} Bathonien moyen et supérieur ; J^2 Oxfordien marneux et faciès argovien ; J^3 Rauracien ; J^4 Astartien ; J^5 Kimméridgien ; J^6 Portlandien · a^2 alluvions récentes. Les alluvions anciennes et le Fluvioglaciaire n'ont pas été figurés.

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

oriental, les couches du flanc occidental sont verticales ou légèrement renversées, et souvent étirées. Comme dans tous les cas précédemment étudiés, les couches reviennent brusquement de la verticale à l'horizontale, constituant une sorte de charnière monoclinale. Je noterai en passant que deux affleurements de Néocomien, qui ne sont pas indiqués sur la feuille de Saint-Claude, sont pincés dans cette charnière : le premier, assez important, s'étend au pied du Fyète, depuis le hameau de Coulouvre inclusivement jusqu'à la cote 838 ; le second, en partie caché par des éboulis, se trouve au pied du mont Saint-Christophe, un peu à l'Est de la cote 684.

L'anticlinal de Moirans se prolonge au Sud du mont Robert, mais diminue rapidement d'importance : il s'écrase, son flanc occidental, au bois de Musse (fig. 5) ne comprend plus que le Rauracien, et son axe correspond à une combe oxfordienne ; cette combe se poursuit jusqu'au château de Bioux, vers lequel on constate que l'anticlinal se termine périclinalement.

Entre le bois de Musse et le chemin de grande communication n° 302, allant à Martigna, le Rauracien forme un petit synclinal, puis on retrouve l'Oxfordien dans une large combe, entre le Bois du Roi et la Borne du Chaperon. Cet Oxfordien constitue l'axe d'un second anticlinal, décalé vers l'Ouest par rapport à celui de Moirans. Au Nord, cet anticlinal se termine périclinalement, puis entre le bois Montandriet et la Grande Lésine, les couches ne tardent pas à redevenir horizontales. A l'Ouest, on retrouve encore une fois des couches très inclinées : au bois Sur Domange, au-dessus de la ferme des Plans, et près de la Grande Lésine, le Kimméridgien est vertical ; mais à la ferme des Plans il est déjà redevenu horizontal, et constitue le rebord du plateau.

Ainsi, le plateau de l'Ain est limité, dans la partie nord de la feuille de Saint Claude, par deux séries d'accidents : d'une part le pli monoclinal presque continu qui fait suite vers l'Est à la série régulière bordant le prolongement de la chaîne de l'Euthe, d'autre part les anticlinaux de Moirans-l'Assencière et de la borne du Chaperon, dont la retombée occidentale forme un dièdre droit avec les couches du plateau.

Il est curieux de constater que ces accidents sont, jusqu'à un certain point, symétriques. Leur allure permet de considérer le plateau comme étant une région restée en contre-bas par suite du fait qu'elle a été soustraite à l'action du plissement : ce que nous retrouvons là n'est d'ailleurs pas autre chose que l'hypo-

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

thèse émise par M. E. Fournier, de la superposition des plateaux du Jura à un substratum hercynien rigide[1], Mais il reste à expliquer la symétrie des deux bords du plateau; car, si l'on comprend facilement l'accident oriental, on ne voit pas bien la raison d'être de la structure monoclinale de son autre bord. On peut, semble-t-il, l'expliquer par deux hypothèses différentes :

1° La poussée de l'Est vers l'Ouest aurait provoqué un décollement des couches, dû soit à la disposition de leur substratum, soit, plus simplement, à l'inertie des couches situées plus à l'Ouest : un tel décollement correspondrait en somme, au point de vue mécanique, à une déviation vers le haut des forces tangentielles de poussée transmises par le plateau.

2° L'accident bordant à l'Ouest le plateau serait dû à une contre-poussée, de direction W-E, qui peut être interprétée, suivant que l'on admet pour l'origine des plissements une origine dynamique ou une origine statique, par la réflexion de l'onde de pression contre un massif résistant, ou par la réaction de ce massif.

Ces explications étant essentiellement du domaine de l'hypothèse, il semble qu'on puisse choisir entre elles suivant ses préférences personnelles. Toutefois, la disposition des failles qui, sur la feuille de Saint-Claude, prolongent la chaîne de l'Euthe me fait plutôt pencher vers l'hypothèse d'un décollement : ces failles donnent en effet à la région qu'elles parcourent une disposition en écailles, qui doit vraisemblablement avoir pour effet de combler les vides dus au décollement, et auraient ainsi, si l'on peut dire, un rôle de « réajustement structural ».

1. Études sur la tectonique du Jura franc-comtois. *B.S.G.F.* (4), I, p. 108.

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

Lepidotus Hourcqui : NOUVELLE ESPÈCE DU LIAS DE MADAGASCAR

PAR **Colette Dechaseaux** [1].

Le genre *Lepidotus*, très répandu dans le Jurassique d'Europe, d'Inde et d'Amérique, a été identifié jusqu'à présent à Madagascar par Priem [2] qui signale en 1924 deux écailles lisses de *Lepidotus*. Une découverte récente due à M. Hourcq confirme ces premières observations. M. Hourcq a trouvé dans le Lias de Madagascar (Plateau d'Ikahavo) un très bel échantillon de *Lepidotus*. Le crâne est vu par sa face supérieure, la partie gauche est étalée et divers éléments sont décalés. La partie droite est absente. Le corps est incomplet : les écailles, plus ou moins déplacées les unes par rapport aux autres, chevauchent les éléments postérieurs du crâne. Les nageoires ne sont pas visibles. Tel qu'il se présente cet échantillon est néanmoins intéressant : c'est le premier *Lepidotus* du Lias de Madagascar dont le crâne conservé permet l'étude 1° des éléments osseux; 2° des canaux sensoriels. Le résultat d'une telle étude est de mettre en évidence plusieurs faits permettant d'une part de considérer cet échantillon comme une espèce nouvelle pour laquelle le nom de *Lepidotus Hourcqui* semble être tout indiqué, d'autre part de préciser la valeur de certains caractères et de confirmer une partie des données acquises sur le système acoustico-latéral des *Lepidotus*, données qui ont été résumées récemment par M. Piveteau [3].

DESCRIPTION DE *LEPIDOTUS HOURCQUI*

Éléments osseux.

Crâne dermique (fig. 1).

Le crâne est incomplet. Toute la partie antérieure manque : l'échantillon est cassé sensiblement au milieu des frontaux. Les os dermiques sont unis par des sutures très nettes et presque rectilignes; les sinuosités, quand elles existent, ne sont pas ondulées mais à angles aigus.

1. Note présentée à la séance du 16 décembre 1935.
2. Priem. Poissons fossiles de Madagascar. *Ann. Pal.*, t. 13, 1924.
3. J. Piveteau. Système acoustico-latéral et région préoperculaire de quelques Poissons Actinoptérygiens. *Bull. Museum* (2), t. VII, n° 4.

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

Os frontaux : Les deux frontaux sont largement étendus en avant et latéralement. Le frontal droit est brisé au milieu de telle sorte que l'on ne peut apprécier exactement sa taille.

Os pariétaux : Les deux pariétaux sont quadrangulaires, inégaux. La suture médiane est décalée à gauche de la suture des frontaux, le pariétal gauche est beaucoup moins grand que le pariétal droit. (Le rapport des dimensions du pariétal droit au pariétal gauche est 1,36 pour la largeur, 1,34 pour la hauteur.)

Extra-scapulaires : en arrière des pariétaux, deux extra-scapulaires s'étendent horizontalement. L'extra-scapulaire droit est un peu décalé vers le bas, mais il est identique à celui de gauche. La plus grande hauteur est située au tiers de la largeur, l'os s'amincit au niveau de la suture ; celle-ci est dans le prolongement de la suture des pariétaux. Les dimensions de cet élément sont :

largeur 25 mm.

hauteur 14 mm. sur le bord externe, 3 mm. au niveau de la suture.

Os supra-temporal : uni avec le frontal, le pariétal, et l'extra-scapulaire, le supra-temporal gauche (il manque à droite) est remarquable par sa grande taille : 12 mm. de large sur 22 de haut ; il est plus large que le pariétal gauche.

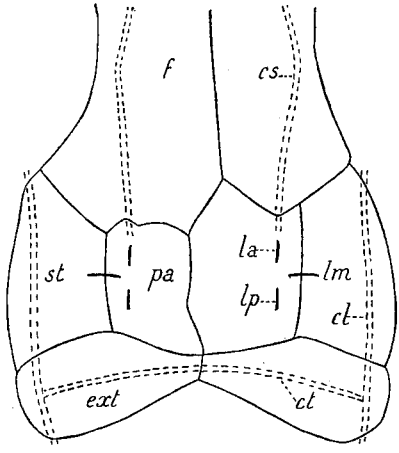


Fig. 1. — *Lepidotus Hourcqui.* Crâne dermique.

f, frontal; *pa*, pariétal; *st*, supra-temporal; *ext*, extra-scapulaire; *cl*, portion céphalique du canal de la ligne latérale; *cs*, canal supra-orbitaire ; *cl*, commissure transverse ; *la*, ligne antérieure d'organes en fossettes : *lm*, lignes moyennes d'organes en fossettes ; *lp*, ligne postérieure d'organes en fossettes.

La figure 1 est une reconstitution du crâne dermique. Les os qui viennent d'être décrits y sont dans leur position normale et non pas tels qu'on les voit sur l'échantillon.

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

Préopercule : en rapport avec le supra-temporal, un os long étroit, recourbé vers l'avant, correspond au préopercule.

Série post-orbitaire : en avant du préopercule, deux os quadrangulaires, sans rapport entre eux à cause du déplacement des divers éléments, au moment de la fossilisation, amorcent la série post-orbitaire.

Série circum-orbitaire : en relation avec le frontal d'une part, le supra-temporal d'autre part, trois os quadrangulaires se placent en cercle autour de l'orbite. Un quatrième os s'identifie vers la partie inférieure sans que l'on puisse préciser ni sa forme, ni ses rapports avec les autres.

Tous ces éléments sont plus ou moins déplacés les uns par rapport aux autres, et d'une façon générale, le mauvais état de conservation de cette partie ne permet pas de compter les éléments qui composent les séries post et circum-orbitaires.

Crâne viscéral.

L'opercule : c'est un os très large dont le bord postérieur est arrondi.

Sous-opercule : un fragment de sous-opercule est visible contre l'opercule, on ne peut voir s'il se continue le long du bord rectiligne de l'opercule.

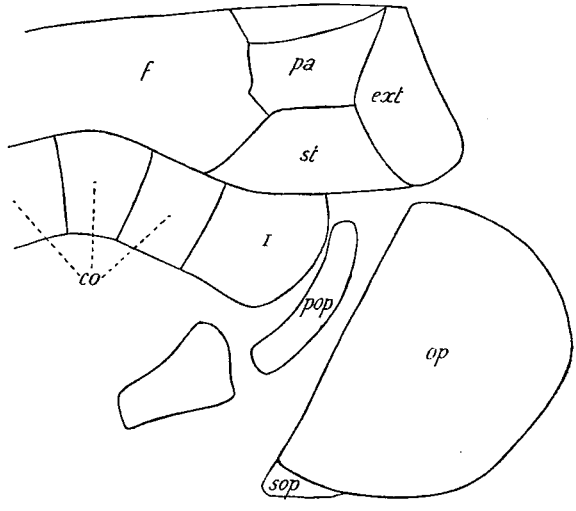


FIG. 2. — *Lepidotus Hourcqui.* Portion du crâne dermique et du crâne viscéral. *f*, frontal; *pa*, pariétal; *st*, supra-temporal; *ext*, extra-scapulaire; *co*, os circum-orbitaires; *I*, plaque post-orbitaire; *pop*, préopercule; *op*, opercule.

Sur la figure 2, les divers éléments sont représentés tels qu'ils sont visibles sur l'échantillon.

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

Rapports et différences.

Ce sont surtout les os du crâne dermique : frontal, pariétal, supra-temporal, extra-scapulaire qui permettent de comparer cette espèce aux *Lepidotus* connus.

a. Les sutures des os sont rectilignes alors que dans les espèces liasiques telles que *L. semiserratus* Ag. elles sont fortement sinueuses.

b. Les dimensions relatives des divers éléments ne sont pas celles que l'on observe chez les espèces connues. Le supra-temporal est aussi large que les pariétaux, alors que chez *L. semiserratus* [1] Ag. il est beaucoup plus étroit.

Largeur	pariétal	supra-temporal
L. semiserratus	17	7,5
L. Hourcqui	11	12

L'extra-scapulaire est plus haut dans *Lepidotus Hourcqui* que dans les autres espèces.

c. Les pariétaux sont dissymétriques, le pariétal gauche est plus petit que le pariétal droit. D'après les descriptions données par les auteurs tous les *Lepidotus* ont une dissymétrie inverse. *L. rugosus* Ag., *L. semiserratus* Ag., *L. elvensis* Bl. ont le pariétal gauche plus grand que le pariétal droit. Parmi les *Lepidotus* du Jurassique supérieur, certains ont une dissymétrie telle que le pariétal gauche est plus grand que le pariétal droit : *L. lævis* [2] Ag. ; d'autres, et c'est le plus grand nombre, ont une dissymétrie inverse, c'est-à-dire identique à celle de *L. Hourcqui* : *L. mantelli* Ag., *L. minor* [3] Ag. Donc au Lias, de même qu'au Jurassique supérieur les deux types de dissymétrie sont réalisés. Jusqu'à présent *L. Hourcqui* est la seule espèce liasique dont le pariétal gauche soit plus petit que le pariétal droit.

En résumé, *L. Hourcqui* se différencie des espèces liasiques par la dissymétrie inverse des pariétaux, par ses sutures rectilignes et la grande largeur du supra-temporal comparée à celle des pariétaux.

Canaux sensoriels.

Les éléments sensoriels se répartissent de la façon suivante chez les Poissons Actinoptérygiens [4].

1. Ces dimensions ont été prises sur l'échantillon figuré par S. Woodward. The wealden and Purbeck Fishes. *Pal. Soc.*, 1915-1917, Part. I.
2. Priem. Révision du genre *Lepidotus*. *Ann. Pal.*, t. 3, 1908.
3. S. Woodward. *Loc. cit.*
4. J. Pivetbau. *Loc. cit.*

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

Canal supra-orbitaire : innervé par la branche ophtalmique supérieure du nerf facial, il traverse les os frontaux et nasaux.

Canal infra-orbitaire : innervé par les branches optique et buccale du nerf facial. C'est la continuation du canal de la ligne latérale du tronc, il descend en arrière de l'orbite et traverse la série sous-orbitaire.

Commissure transversale : réunit les deux portions céphaliques de la ligne latérale.

Canal préoperculaire : innervé par la branche hyomandibulaire du facial ; il est le long du bord postérieur du préopercule.

Canal mandibulaire (même innervation que le précédent). Il paraît être la continuation du précédent et s'étend sur le bord inférieur de la mandibule.

Organes en fossettes : dans la région pariétale, ils comprennent les lignes antérieure, moyenne et postérieure.

Sur cet échantillon, les canaux sensoriels sont visibles par place, sous la forme de pores alignés.

Le *canal supra-orbitaire* se voit sur le frontal gauche (fig. 1), on le suit jusqu'au pariétal après avoir traversé la suture entre le pariétal et le frontal. Il pénètre dans ce dernier au niveau du cran dessiné par la suture.

Le *canal infra-orbitaire* (portion céphalique de la ligne latérale) suit le bord externe du supra-temporal et de l'extra-scapulaire.

Commissure transversale : quelques éléments visibles au milieu de l'extra-scapulaire montrent que le canal existe en position normale.

Le préopercule, les séries post et circum-orbitaires sont en trop mauvais état pour que l'on puisse essayer de repérer les canaux sensoriels.

Organes en fossettes : Une ligne traverse la suture supra-temporal, pariétal ; elle correspond à la ligne moyenne d'organes en fossettes. Il est vraisemblable que les deux autres lignes existent en position normale. Le canal supra-orbitaire rejoint, d'après sa position, la ligne antérieure.

En résumé, les principaux éléments du système acoustico-latéral sont visibles. Le canal supra-orbitaire se termine dans le pariétal où il rejoint la ligne antérieure d'organes en fossettes. Il est sans rapport avec la portion céphalique de la ligne latérale.

CONCLUSIONS

Lepidotus Hourcqui présente un double intérêt.

Au point de vue des éléments osseux, il montre que la dis-

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

symétrie des os pariétaux n'est pas un caractère évolué. Les deux types de dissymétrie existent au Lias et au Jurassique ; toutefois, la majorité des échantillons a une dissymétrie inverse aux deux époques

pariétal gauche plus grand que pariétal droit { *Lepidotus* liasiques exception faite de *L. Hourcqui.* *L. lævis* Ag.

pariétal gauche plus petit que pariétal droit { *L. Hourcqui. Lepidotus* jurasssiques exception faite de *L. lævis* Ag.

Au point de vue des canaux sensoriels, il est intéressant de noter sur un nouvel échantillon, la disposition primitive du canal supra-orbitaire qui se termine dans le pariétal. Une fois de plus se trouve vérifié le fait que chez les Holostéens anciens, le trajet des canaux sensoriels est le même que chez les Paleoniscidés. Par ailleurs, la présence d'un extra-scapulaire représenté de chaque côté par un seul os montre bien que *L. Hourcqui* est une forme primitive, peu évoluée.

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

Le Bassin potassique de Navarre et les résultats du sondage récent de Javier

par **A. del Valle de Lersundi** [1].

La province de Navarre offre une division naturelle en trois zones, lesquelles diffèrent par leur topographie et leur végétation aussi bien que par leurs caractères géologiques. Ce sont : 1° au Nord, la « Montaña », c'est-à-dire la Navarre pyrénéenne, formée de terrains primaires et secondaires intensément plissés ; 2° dans la partie intermédiaire, la Navarre moyenne (région de Pampelune-Estella) : zone de transition entre le territoire montagneux du Nord et la dépression de l'Ebre ; 3° au Sud, la Ribera, laquelle correspond à la large vallée de l'Ebre et aux plaines adjacentes, depuis Logrono jusqu'à Tudela, et comprend des formations oligo-miocènes et quaternaires.

Les dépôts de potasse, qui se rencontrent vers la limite méridionale de la Navarre moyenne, sont d'origine lagunaire, et apparaissent comme une conséquence du retrait de la mer à la fin de la période éocène. Ils se trouvent localisés entre les marnes bleues marines à Ptéropodes du Lutétien-Bartonien et les poudingues et formations d'eau douce de l'Oligocène.

Les gisements reconnus à l'heure actuelle s'étendent sur une cinquantaine de kilomètres, depuis la vallée du rio Arga jusqu'à la limite orientale de la Navarre, où un sondage récent les a rencontrés près du village de Javier [2], sur la rive gauche du rio Aragon. Ils se prolongent vers l'Est dans la province de Zaragoza, où notre confrère A. Marin est en train d'en faire l'étude.

Stratigraphie du Tertiaire navarrais.

Sur les marnes sénoniennes — le Danien existe aussi probablement, mais non différencié comme dans la région côtière du Guipúzcoa ; l'Éocène inférieur, par contre, fait défaut — repose en

1. Note présentée à la séance du 4 novembre 1935.
2. *Javier*, qu'on orthographiait autrefois *Xavier* (en basque *Echaverri*, c'est-à-dire : maison neuve) est la patrie de saint François-Xavier.

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

concordance le Lutétien, qui débute par un poudingue à dragées siliceuses, auquel succèdent des calcaires à *Alveolina subpyrenaica* LEYM., puis des calcaires à *Nummulites atacicus* et *N. Rouaulti*. Ces couches, présentant une puissance totale d'environ 100 m., peuvent être attribuées au Lutétien inférieur. Au-dessus s'observe une série de marnes bleues à Serpules dont la limite supérieure demeure incertaine. L. Carez attribuait les calcaires au Lutétien et les marnes au Bartonien. M. Dalloni, à la suite de ses belles recherches sur le Tertiaire de l'Aragon, fut amené à classer les marnes bleues dans le Lutétien moyen et supérieur, mais il admet qu'en Navarre, ces marnes peuvent englober une partie du Bartonien [1]. Les résultats paléontologiques des sondages entrepris semblent confirmer l'attribution au Bartonien de leur partie supérieure [2].

Les couches salifères et potassifères se trouvent intercalées dans des formations marneuses de couleur rouge, dont la présence témoigne de l'établissement d'un climat désertique dans la période comprise entre l'Éocène marin et l'Oligocène lacustre. Ces couches ont fourni, dans les sondages des environs de Pampelune, la coupe suivante [3] :

Haut :	Mètres
Grès jaunes argileux	20
Marnes ocreuses avec lits de grès jaune	40
Marnes rouges gypsifères	20
Marnes grises avec minces couches de sel	10
Sel en couches de diverses couleurs, associées à des marnes	12
Alternance de bancs de sel gemme et de carnallite	22
Sylvinite	2
Sel gemme pur	7
Anhydrite	1
Marnes grises avec un peu d'anhydrite (Bartonien?)	

1. Réunion extraordinaire dans les Pyrénées basques d'Espagne. *C. R. som. S. G. F.*, 25 septembre, 2 octobre 1934, n° 17, p. 275.

2. Voir : P. HERNANDEZ SAMPELAYO et J. MENDIZABAL. Nota acerca de una faunela de Pteropodos en Navarra. *Notas y com. d. Inst. Geol. y Min. de Espana*. Madrid, 1931, n° 3, p. 4. — J. CANTOS. Paleontologia de un sondeo en el terciario de Navarra. *Ibid.*, vol. IV, 1932, n° 4, p. 6-8, 1 pl. — J. MENDIZABAL et M. CINCUNEGUI. Nota acerca de la extension del oligoceno en Navarra. *Ibid.*, p. 8-10.

3. Consulter, relativement à ces divers sondages et à la structure du bassin potassique : A. DEL VALLE DE LERSUNDI. Region Norte. Investigacion de sales potasicas. Navarra. *Bol. Inst. geol. Espana*, t. LI, 1929, p. 87-107, 1 carte géol. en couleur au 1/500.000e, 1 plan au 1/20.000e et 1 pl. de coupes. — Mapa geologico. Memoria explicativa de la hoja n° 173 *Tafalla*. Madrid, Inst. geol. España, 1930, 34 p., 10 pl. — Descubrimiento de la cuenca potasica navarra (Extracto de la conferencia pronunciada por el autor en el Instituto de Ingenieros civiles). *Notas y com. d. Inst. geol. Espana*, vol. IV, 1932, n° 4, p. 1-21.

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

Sur les marnes et grès du toit de cette coupe reposent en discordance les poudingues oligocènes, dont la puissance, très variable, peut dépasser 100 m. Ces poudingues, polygéniques, renferment surtout des galets de calcaires éocènes cimentés par des marnes sableuses brun-jaunâtre. Dans les environs d'Estella où l'Éocène ainsi que les couches salifères font défaut, la formation repose sur le Crétacé.

Les poudingues oligocènes qui, dans l'ensemble, plongent vers le S, supportent des marnes et mollasses renfermant, d'après les déterminations de J. Royo y Gomez : *Coretus cornu* Brongn., *Limnea* cf. *acuminata euzetensis* Font. ; et, d'après celles de A. Marin : *Helix* aff. *Heberti* Desh. ; *H. Voltzii* Desh. ; *Planorbis Boissyi* Desh. ; *P. Rouvillei* Font. ; *P.* (*Coretus*) *cornu* Brongn. En outre, J. Ezquerra y a signalé, près de Tudela, des restes de *Trionyx* (*Amyda*) *maunoir* Bourdet.

Cette faune indique un âge oligocène, sans permettre une attribution plus précise.

Tectonique.

Le bassin tertiaire de la Navarre est encadré par trois chaînes plissées dans lesquelles intervient du matériel anté-hercynien : au N, la *chaîne pyrénéenne*, qui comprend les massifs des Cinco-Villas, des Aldudes-Quinto Real, et d'Igounce-Iraty ; — au S, la *cordillère ibérique*, qui s'ennoie à l'W du massif silurien de la Demanda sous le Tertiaire continental de Burgos ; — à l'W, le *massif des Asturies*.

Dans la partie centrale de l'espace ainsi délimité se trouve une meseta constituée par des terrains crétacés, éocènes et oligocènes. Le Crétacé présente une puissance tout à fait exceptionnelle. Un sondage effectué par une Compagnie américaine pour la recherche du pétrole, à Gaztiain, dans la vallée de Lana (Navarre occidentale) a traversé le Crétacé supérieur pendant 1.600 m., sans pénétrer dans le Crétacé inférieur. A Vitoria, un sondage antérieur atteignit 1.021 m. dans les mêmes couches. On se trouve donc là en présence d'une fosse de subsidence où des accumulations considérables de sédiments ont eu lieu. Ces sédiments constituent aujourd'hui une masse tabulaire, résistante, que contournent les plis pyrénéens : nous lui donnerons le nom de *bloc* (*escudo*) *alavais*.

Les plis pyrénéens principaux, — c'est-à-dire ceux qui occupent le prolongement de la zone primaire axiale et des acci-

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

dents nords-pyrénéens — passent au N du bloc alavais. Ils acquièrent, sur la bordure de ce bloc, une orientation WNW, et disparaissent en mer aux environs de Bilbao.

Quant aux plis annexes de la zone sud-pyrénéenne, ils conservent une direction E-W. Le principal d'entre eux, après avoir traversé de part en part le bassin potassique de Navarre, s'engage entre le bloc et la cordillère ibérique.

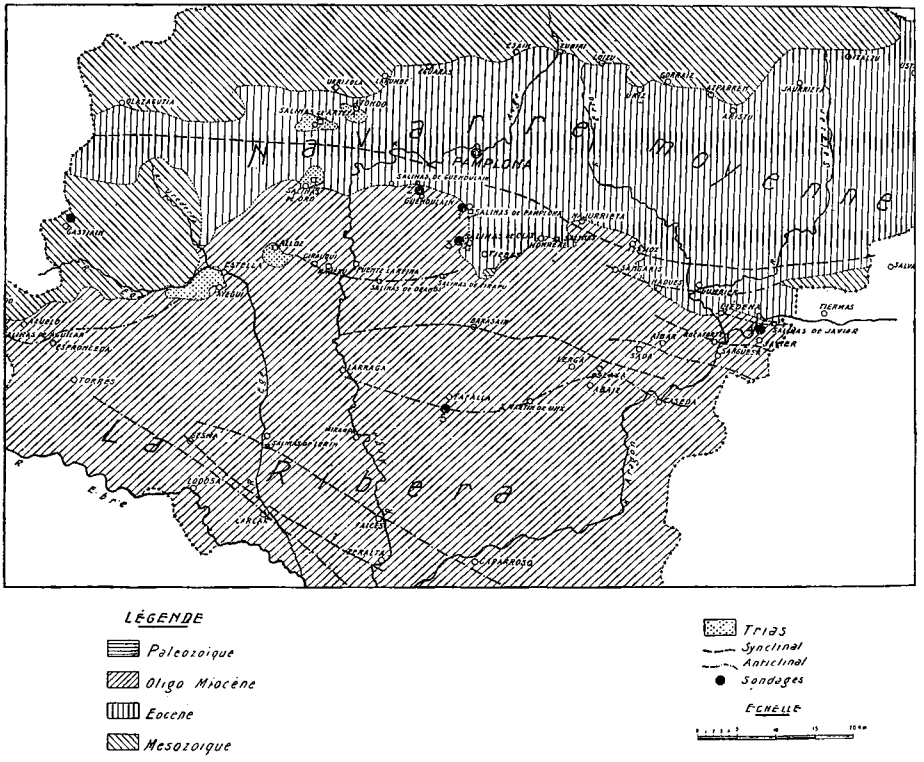


FIG. 1. — Esquisse structurale de la province de Navarre.

A la frontière de la Navarre et de l'Aragon, sur la rive droite (N) du rio Aragon, des dislocations au sein desquelles perce le Crétacé, jalonnent le tracé de ce pli, qui constitue la sierra de Leyre, se poursuit vers l'W par Lumbier et Monreal, — où se trouve un sommet aigu de 1.280 m. d'altitude, le mont Higa —, puis subit, vers l'WSW, une inflexion correspondant au faîte de la Sierra de Alaiz ; cette sierra est formée par un brachyanticlinal à noyau crétacé auréolé d'Eocène qui présente, auprès

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

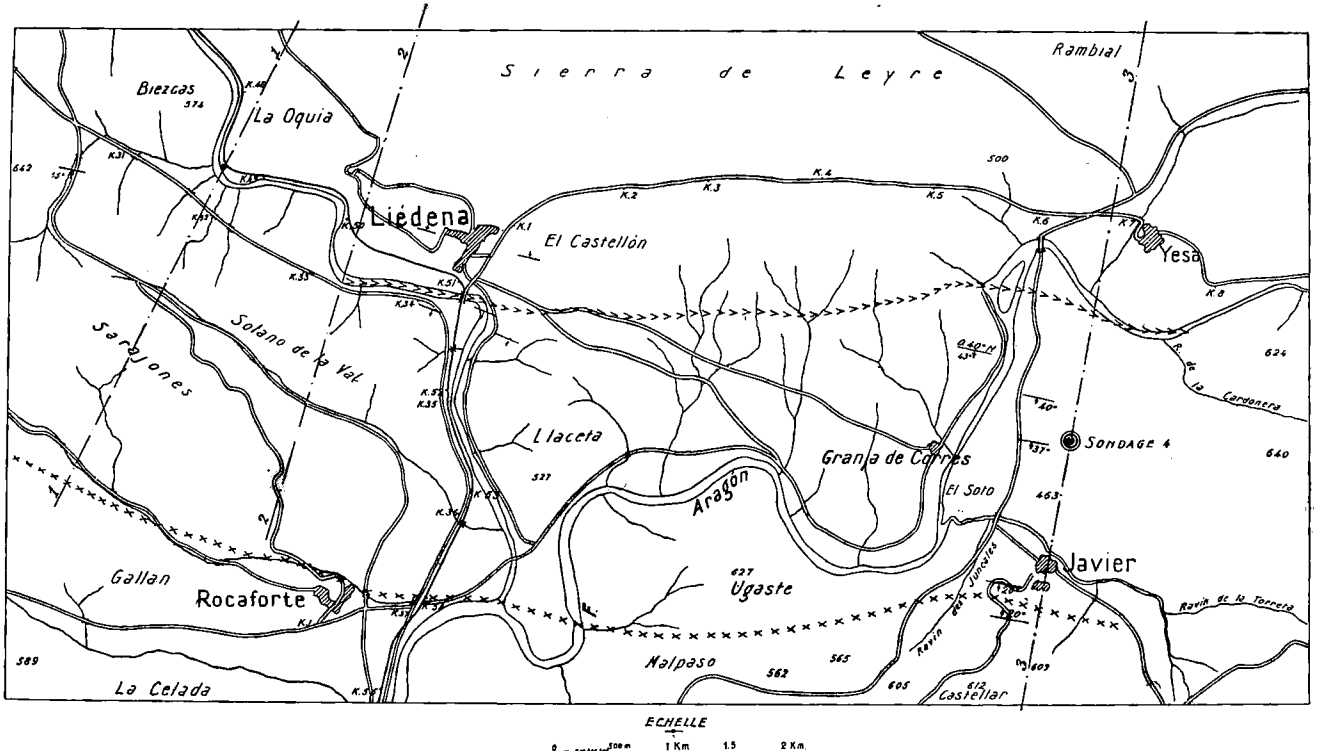


FIG. 2. — Carte des environs de Javier.

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

d'Unzue, une terminaison périclinale, encapuchonnée par l'Oligocène [1].

Plus à l'W, on rencontre une série d'accidents jalonnant le même pli qui passe par Tirapu, Obanos et Alloz. Dans cette dernière localité perce du Trias, en bordure duquel affleure du Crétacé et de l'Éocène subverticaux.

Sur le même alignement E-W s'observe le pli diapir d'Estella, où l'ascension du Trias a entraîné une masse de schistes cristallins du substratum.

A l'W d'Estella, dans le prolongement de ces accidents, s'échelonnent les sierras de Codes, de Cantabria, de Toloño, et les monts Obarenes ; enfin, dans la province de Burgos, contournant le bloc alavais, la sierra de Tesla où semble prendre fin le pli en question.

Conditions géologiques du sondage de Javier.

Non loin du village de Javier (fig. 2) coule une source salée au contact de l'Éocène et de l'Oligocène. A l'analyse, l'eau de cette source ayant fourni 2 gr. de potasse par litre [2], on pouvait espérer que le bassin potassique de Pampelune, dont l'existence avait été antérieurement reconnue, se prolongerait dans une direction E jusqu'en Aragon.

Un sondage fut entrepris à 500 m. au S du contact Éocène-Oligocène, dans les marnes grises à pendage S de ce dernier. Plus au N se dessine un pli à la faveur duquel affleurent les marnes du Bartonien-Lutétien sup. Ces marnes viennent, ainsi que le montre la fig. 3, s'écraser contre la masse résistante des calcaires du Lutétien inférieur, lesquels appartiennent à la zone disloquée de la sierra de Leyre.

Le sondage a rencontré, de haut en bas, les couches suivantes :

	Mètres
1° Grès et marnes grises	65
2° *Id.* avec lits de gypse	70

1. Cet accident a été examiné par la Société géologique de France au cours de la Réunion extraordinaire de 1934. Cf. *op. cit.*, p. 273 et suiv.

2. Les sources salées sont nombreuses dans la province de Navarre. On peut les classer en trois catégories : 1° Celles qui proviennent du Trias ; par exemple : Salinas de Oro, Arteta : elles ne renferment guère plus d'un gr. de potasse par litre ; 2° Celles qui sourdent de la ligne de contact entre l'Éocène et l'Oligocène ; par ex. : Salinas de Pamplona, Guendulain, Olaz, Monreal, etc. Elles ont donné jusqu'à 10 gr. de potasse ; 3° Celles qui se trouvent dans l'Oligocène ; par ex. : Aguilar, Lerin, Azuelo, Tirapu, Obanos. Ce sont les plus pauvres en potasse (moins de 0 gr. 030).

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

3°	Marno-calcaires	40
4°	Marnes rouges et grises, avec grès	280
5°	Marnes salifères	4
6°	Marnes avec couches de sel rouge	7
7°	Brèche avec éléments de marnes et grès cimentés par du sel rouge	40
8°	Marnes avec couches de sel	7
9°	Couches alternantes de sel et carnallite	3
10°	Couches alternantes de sel et de sylvinite	2
11°	Comme 9°	3
12°	Sel gris	60
13°	Sel, carnallite et sylvinite	12
14°	Sel	

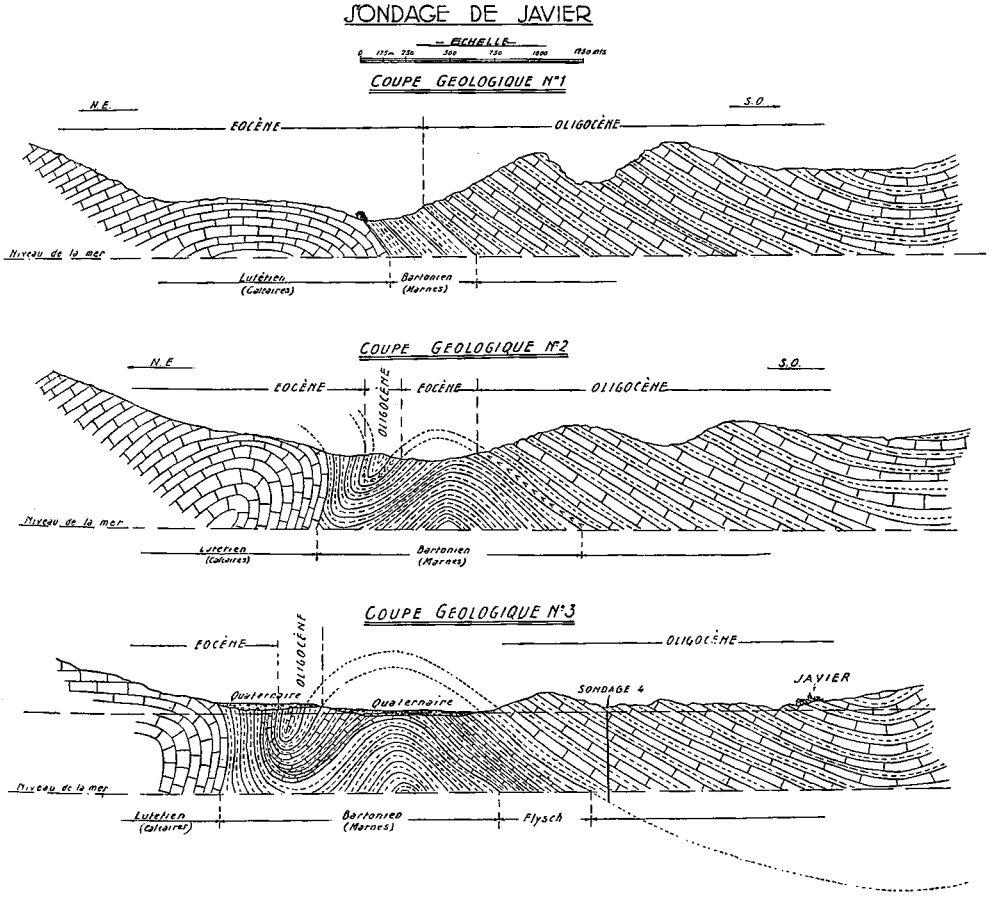


FIG. 3. — Coupes prises aux environs de Javier.
(Voir sur la fig. 2 le tracé de ces coupes).

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

Le sondage a été arrêté à 518 m. sans avoir rencontré les marnes éocènes.

Les principales particularités que présente ce sondage sont : 1° la brèche à ciment de sel recristallisé ; 2° la présence de deux niveaux potassifères séparés par le sel.

Conclusions.

Les sondages réalisés en Navarre ont démontré l'existence de *gisements de sels gemme, carnallite et sylvinite* dans la région occidentale sud-pyrénéenne.

Ces gisements sont en relation avec le changement de régime qui a marqué la fin de la période éocène, et aboutit à l'établissement d'un *climat désertique*. Les dépôts salins se sont effectués dans des lagunes abandonnées par la mer au moment des premiers mouvements pyrénéens.

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

CONTRIBUTION A LA CONNAISSANCE DE LA STRATIGRAPHIE ET DE LA TECTONIQUE DES TERRRAINS ANTÉHERCYNIENS DU MAROC ORIENTAL[1].

PAR **A. L. Brichant**[2].

I. — INTRODUCTION

Dans une note présentée devant le XIIIe Congrès Géologique International, le Dr P. Russo a décrit l'état des connaissances en 1922 sur les terrains paléozoïques du Maroc et a donné l'historique détaillé des recherches (1).

Depuis lors la connaissance du Paléozoïque marocain s'est considérablement accrue, mais c'est surtout sur le Maroc Occidental que s'est portée l'attention des géologues. — Quant au Maroc Oriental, les divers affleurements paléozoïques n'ont pas été, jusqu'en 1928, l'objet d'études suivies. — Jusqu'alors on y distinguait une bande viséenne au Nord du col de Djérada découverte par Gentil (2) et on rattachait au Silurien les différents affleurements paléozoïques de la région avec leurs roches éruptives.

La découverte du houiller productif dans la région de Djérada que M. J. Harroy et moi avons faite en 1928 nous a permis de montrer que l'extension du Carbonifèrien est très importante au Maroc Oriental (3, 4). Les recherches ultérieures m'ont amené à distinguer deux termes dans les terrains antéhercyniens et à modifier quelque peu nos vues antérieures sur la composition du Carbonifèrien inférieur dont l'importance s'avérait de plus en plus grande.

Ces observations ont été tout récemment résumées dans deux notes (5 et 6).

L'objet du présent travail est de coordonner les résultats des recherches effectuées sur le Paléozoïque du Maroc Oriental et d'essayer d'en dégager les bases pour des recherches ultérieures, espérant ainsi apporter une contribution, aussi minime soit-elle, à la connaissance de la géologie d'une partie de ce Maroc, qui au

1. Un résumé de cette note a été présenté et publié dans les Comptes Rendus du XVIe Congrès Géologique International. Washington D. C. 1933.

2. Note présentée à la séance du 4 novembre 1935.

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

cours des dernières années a été parcouru et étudié par une pléiade de géologues distingués et dont les travaux font le plus grand honneur à la Science française.

II. — VUE D'ENSEMBLE SUR LE PALÉOZOIQUE DU MAROC ORIENTAL

Le substratum paléozoïque apparaît au Maroc Oriental soit sous le Secondaire, soit sous les sédiments plus récents.

Au Nord-Ouest d'Oudjda il est visible dans le massif des Beni Snassen. Au Sud du pays d'Oudjda il jalonne les crêtes jurassiques des Beni bou Zeggou, des Zekkara et se poursuit ainsi presque sans discontinuité jusqu'à la frontière algérienne. Plus au Sud il occupe de vastes étendues entre Debdou et le Dj. Mekam, ainsi que sur le flanc sud des Beni Yala d'où ses affleurements peuvent être suivis, au travers des Djérada et du Mendjel el Lakhal, jusqu'à la frontière algérienne.

Pris dans son ensemble ce Paléozoïque peut être subdivisé en deux séries qui se différencient par la nature de leurs roches, le degré de leur métamorphisme et leur style tectonique.

La série inférieure, entièrement métamorphique, apparaît dans une zone anticlinale hercynienne, entre Debdou et le Dj. Mekam. Il est probable qu'il faille y rattacher au moins une partie du Paléozoïque des Beni Snassen.

Son âge est vraisemblablement silurien, mais cette déduction, purement hypothétique, n'est pas appuyée par des données paléontologiques, les restes organiques semblant y faire complètement défaut.

La série supérieure nous est beaucoup mieux connue : couronnée par des sédiments moscovo-westphaliens du synclinorium de Djérada cette série comprend aussi le Carbonifèrien inférieur développé sur le faciès typique du Culm avec phase marine correspondant au Viséen supérieur.

Le Carbonifèrien ainsi compris est développé sur le flanc nord de l'anticlinorium de Debdou-Mekam, mais le contact des deux formations est masqué par des atterrissements secondaires de la vallée de l'oued el Haï qui joignent ainsi les couches jurassiques des Beni bou Zeggou à celles du Djebel Mekam.

Sur le flanc sud de l'anticlinorium le Carbonifèrien a été récemment découvert et décrit par L. Clariond (7) (8). Notre confrère a montré qu'il est discordant sur les schistes anciens du Mekam. Il a également décrit un complexe schisto-gréseux discordant sur

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

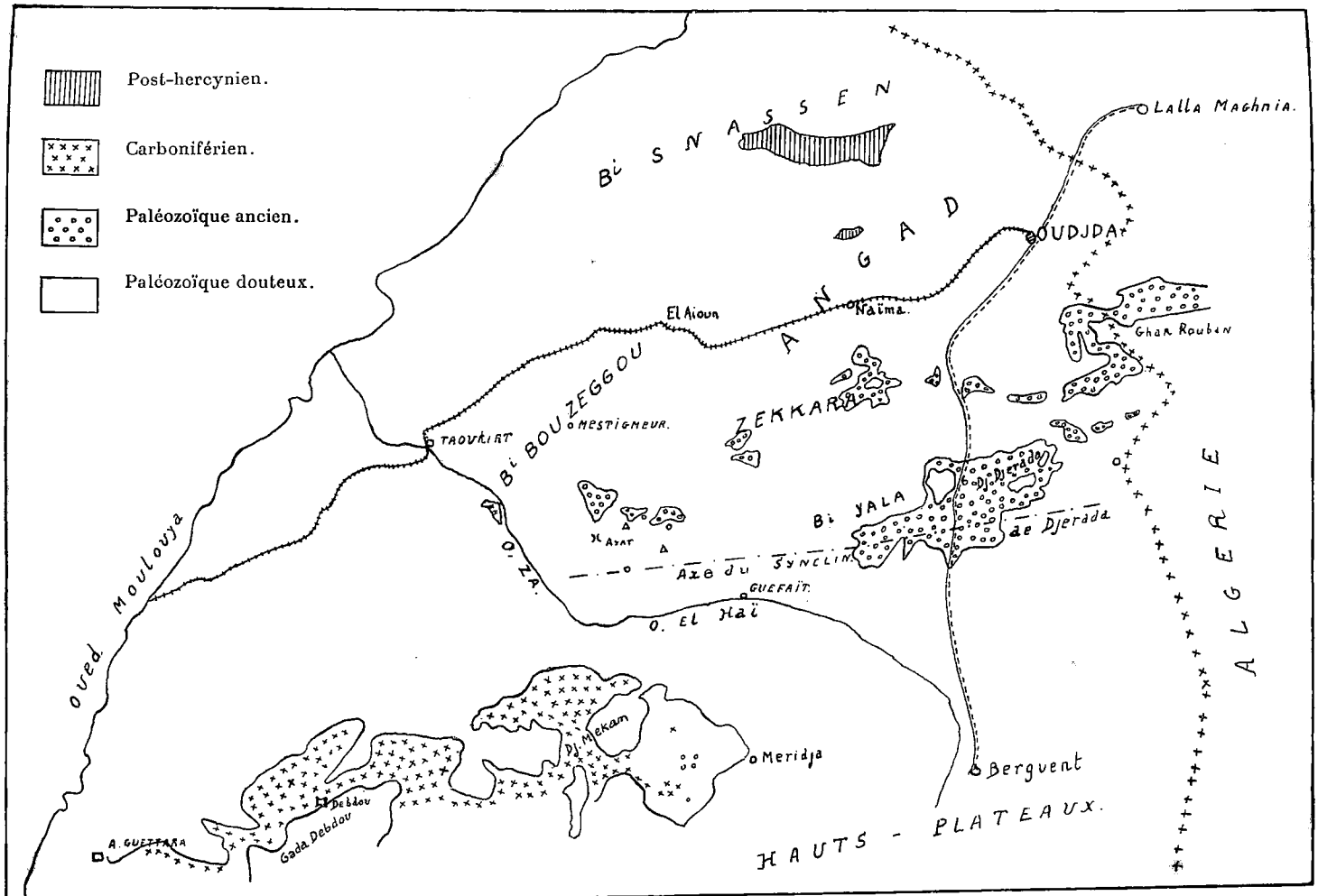


FIG. 1. — Carte sommaire des affleurements paléozoïques du Maroc Oriental (Echelle : 1/1.000.000).

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

cette série et concordant sous le Trias, le rattachant provisoirement au Stéphano-Permien. Le Moscovo-Westphalien semble manquer au Sud de l'anticlinorium du Mekam et le Carbonifférien paraît d'ailleurs y avoir une puissance notablement moindre que dans le synclinorium de Djérada.

Nous signalerons pour mémoire que dans l'extrême Sud, aux confins sahariens, le Paléozoïque revient au jour dans la plaine du Tamlelt où il a été trouvé du Silurien bien daté. Enfin plus au SW, au Taouz, L. Clariond a récemment montré l'existence du Viséen discordant sur le Dévonien supérieur (7).

Dans l'exposé qui va suivre nous nous sommes attachés plus spécialement à l'étude du Paléozoïque compris entre la plaine d'Angad et les Hauts-Plateaux au travers de tout le Maroc Oriental depuis la Moulouya jusqu'aux confins oranais. Faisant partie de deux entités tectoniques différentes, nous décrirons successivement la stratigraphie et la tectonique des couches de l'anticlinorium de Mekam Debdou, et de celles du synclinorium de Djérada (voir fig. 1).

III. — SÉRIE DE MEKAM-DEBDOU

Le complexe métamorphique qui vient au jour sur la rive droite de la Moulouya, vers Aïn-Guettara, se prolonge vers l'Est entre Rechida et Debdou, puis entre l'oued Za et le Dj. Mekam, appartient à une vaste zone anticlinale hercynienne.

Il est composé de schistes sériciteux, de phyllades gaufrés, de quartzophyllades et de quartzites. Certains schistes renferment de l'andalousite et d'autres minéraux de métamorphisme. D'autres ont subi le métamorphisme de contact et sont parfois transformés en pseudo-gneiss par injection du magma entre les feuillets.

Dans la région de Mekam la roche prédominante est un phyllade gaufré de couleur grise, parfois violacée, à faces de clivage brillantes par suite de la présence de certains minéraux de métamorphisme appartenant vraisemblablement au groupe des phyllites. A côté de cela on peut voir des quartzophyllades zonaires et des bancs de quartzite. Les schistes porphyroïdes s'observent sur le flanc nord du Dj. Bezher, sur la rive droite de l'Oued Botfolouine, et font penser par moment au gneiss.

Des roches d'origine profonde traversent ce massif dans la région de Debdou : on y trouve des granulites, des diorites avec des apophyses de roches microgrenues en amas et en dykes. Des pointements de ces roches sont visibles à El Ténia (Est de

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

Rechida) et à Alouana. Au voisinage des massifs éruptifs on trouve des cornéennes à andalousite et des schistes rappelant macroscopiquement les phyllades ottrélitifères du salmien ardennais.

Mais ces roches éruptives profondes semblent limitées au massif de Debdou. Plus à l'Est, vers le Mekam, on ne voit plus que quelques dykes de roches porphyriques. Les gîtes filoniens de la région sont en relation directe avec ces dykes qui sont parallèles à trois directions conjuguées, et forment ainsi un véritable champ de fractures. Ces dykes et filons quartzeux et barytiques avec minéralisation en galène argentifère et traces de cuivre se suivent entre Si Lahsene et le Dj. Besehr.

Dans un travail sur le couloir Taza-Oudjda, le Dr Russo a décrit dans la faille de l'oued Za, au SE de Taourirt, des affleurement des roches gneissiques apparaissant sous le Lias et le Trias par un jeu de failles (9). Nous n'avons pas eu l'occasion de voir ces affleurements, mais il semble qu'ils soient analogues à ceux décrits dans la région de Debdou. La position de ces affleurements est intéressante par le fait qu'ils se trouvent au Nord de la zone synclinale de Djérada.

Nous voyons donc que si dans la région de Debdou on peut voir les effets du métamorphisme granitisant, il n'est plus possible d'étendre son action exclusive à tout le massif de Mekam. Il faut y voir l'effet d'un métamorphisme régional.

Au point de vue de la tectonique, la structure de ce massif est particulièrement complexe : on y observe des plissements intenses sans qu'il soit possible de définir leur direction exacte. Néanmoins, dans la région de Mekam, la direction moyenne des plis gravite autour de N 35° W et comme telle elle est aberrante à la direction hercynienne (N 70° E). Les plis sont très serrés, déversés et même renversés, le plus souvent vers le NE.

Des considérations qui précèdent nous déduisons aisément que le massif de Debdou-Mekam est un massif ancien plissé pendant la phase dite « antéviséenne » dont nous ne pouvons fixer l'âge exact, replissé pendant la phase hercynienne. Ce massif a évolué à une grande profondeur et a été mis au jour par l'érosion intense ayant suivi de près l'orogenèse hercynienne.

Pour ce qui concerne l'âge exact de ces couches, nous en sommes réduits aux hypothèses. Il semble que l'on puisse les rattacher au Silurien ou au Siluro-Cambrien, mais je ne serais nullement étonné si les recherches ultérieures nous amenaient à vieillir davantage ce massif.

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

IV. — LA SÉRIE CARBONIFÉRIENNE DU SYNCLINORIUM DE DJÉRADA

Le synclinorium de Djérada se développe à travers le Maroc Oriental sur le versant sud des chaînes des Beni bou Zeggou, des Beni Yala et des Djérada. Il est repéré sur une distance de près de 100 km. depuis le col d'Ayat, au Sud de Mestigmeur, jusqu'aux confins algériens, mais la série la plus complète des sédiments carbonifériens qui le composent ne nous apparaît que suivant la grand'route d'Oudjda à Berguent et à l'Ouest de celle-ci. La partie centrale du synclinorium de Djérada est occupée par le Moscovo-Westphalien bien caractérisé.

De part et d'autre de celle-ci les affleurements carbonifériens sont développés d'une façon inégale : sur le bord nord ils apparaissent en déchirures isolées mises au jour par le jeu des failles et de l'érosion, mais présentent néanmoins une certaine continuité et peuvent être suivis ainsi sur de longues distances.

Le rebord sud du bassin disparaît rapidement sous la Hammada.

Nous décrirons successivement la stratigraphie et la tectonique de ces couches en partant de coupes bien complètes que nous offrent les nombreux oueds coulant perpendiculairement à la direction générale des plis sur le flanc sud des Monts Beni Yala et de celui des Djérada.

A. — STRATIGRAPHIE

Nous partirons d'une première coupe admirablement exposée entre les km. 37 et 48 de la route d'Oudjda à Berguent (voir coupe I, fig. 3).

Notre point de repère sera la bande viséenne qui fut découverte et décrite par L. Gentil en 1907 (2).

Ces couches sont visibles dans cette coupe sur les deux bords du bassin dont la zone axiale est située entre les km. 44 et 46.

Sur le bord nord, ce Viséen se présente en couches faiblement inclinées vers le Sud, formant ainsi une bande large d'environ 1.500 m., alors que sur le bord sud il est redressé et présente une largeur ne dépassant pas 250 m. Ici, au km. 48 de la route on observe la succession suivante du Sud vers le Nord et de bas en haut :

Atterrissements liasiques à pentes douces vers le Sud.
Roches éruptives vertes.

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

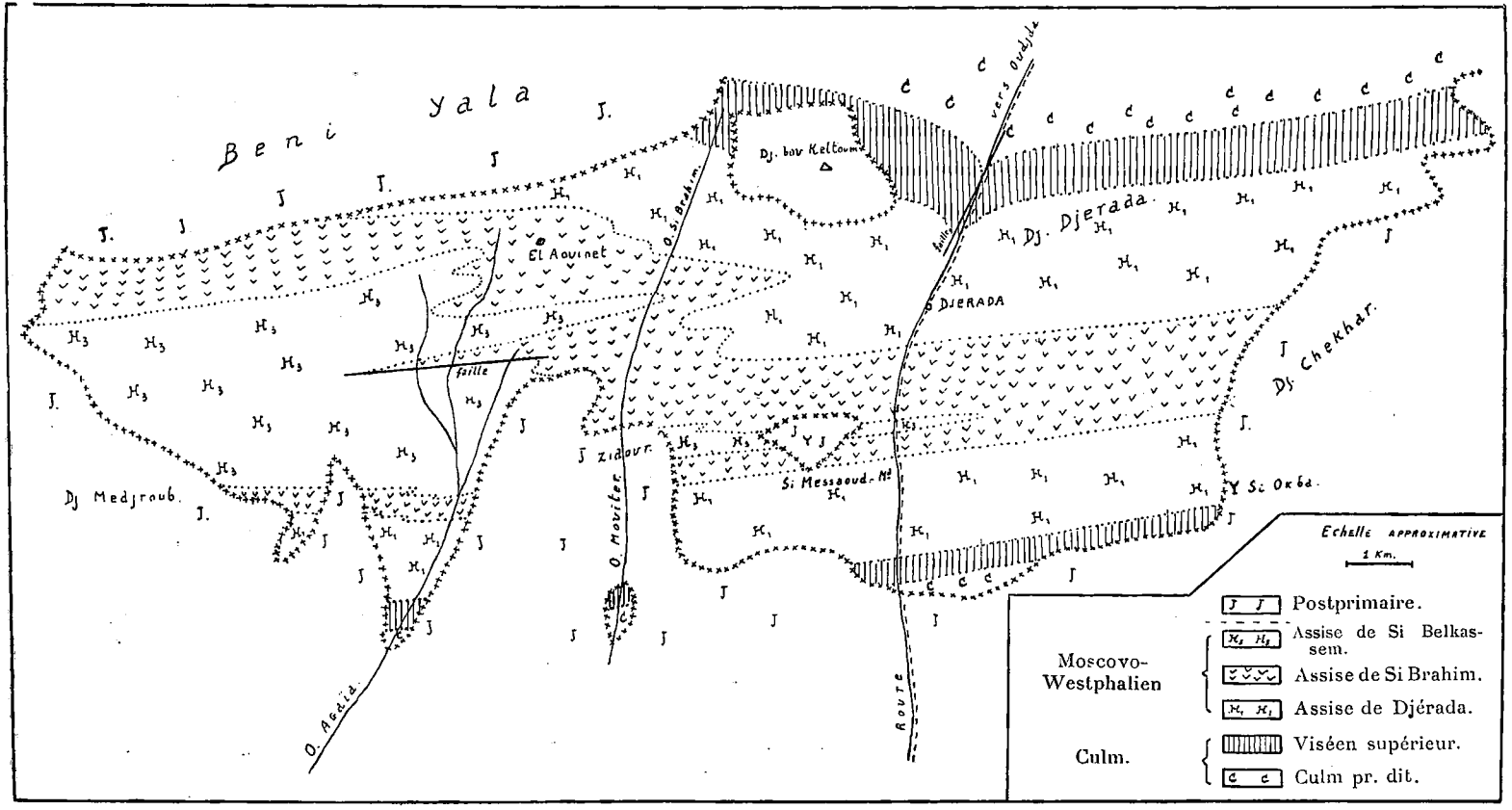


FIG. 2. — Esquisse géologique de Djérada.

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

Schistes verdâtres avec bancs de tufs et de grès.
Calcschistes.
Calcaires stratifiés très fossilifères.
Schistes avec bancs de calcaire crinoïdique.
Schistes à rognons de sidérose.
Lentille de calcaire massif bleu foncé.
Calcaires stratifiés.
Schistes avec bancs calcareux.
Schistes avec bancs de grès et rognons de sidérose.
Grès grossiers suivis de psammites stratoïdes.
Conglomérats à galets de quartz et de lydiennes.

L'ensemble de ces couches présente une puissance de 200 m. environ depuis les roches éruptives jusqu'au conglomérat. La pente moyenne est de 60 à 70° N-W. Cette succession se suit en direction vers l'Est sur environ 4 km. jusqu'à Si Okba où le Carbonifère disparaît définitivement sous le Lias. Vers l'Ouest la bande viséenne est directement recouverte par celui-ci, mais revient deux fois au jour sur 8 km., dans les vallées de l'oued Mouiter et de l'oued Agaïa. Fort incomplète dans la première vallée, cette coupe se retrouve intégralement dans la gorge de l'oued Agaïa, dont la paroi SE est formée par un gros rocher de calcaire massif récifal dominant le paysage et perceptible à longue distance.

Ainsi le flanc sud du synclinorium de Djérada est caractérisé sur environ 15 km., en direction ENE.

Sur le bord nord du bassin, entre les km. 38,5 et 40 de la route nous retrouvons les mêmes assises, mais ici les premiers calcaires stratifiés montrent de nombreux spécimens de *Productus giganteus* et de *Productus Cora*. On retrouve les lentilles des calcaires massifs vers le haut de la série et celle-ci se termine aussi par un conglomérat à galets de quartz et de lydiennes, base du Moscovo-Westphalien.

La bande viséenne du bord nord du bassin peut être suivie latéralement depuis le Dj. bou Keltoum jusqu'au Mendjel et Lakhal, soit sur près de 14 km. On en aperçoit des affleurements isolés au milieu de terrains plus récents dans la plaine de Tiouli. Ces assises plongent de 15 à 25° vers le Sud avec quelques accentuations locales.

Ainsi définie la bande viséenne repose en concordance sur les sédiments schisto-gréseux alternant avec des bancs de lydiennes, de tufs, et parfois de calcaire impur. Des débris d'organismes marins se rencontrent dans les schistes et les calcaires, tandis que les grès sont souvent pétris de débris végétaux. Ces couches

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

sont visibles sur le bord nord du synclinorium jusqu'à hauteur du km. 37 de la route Oudjda-Berguent. Traversées par des roches éruptives vertes elles ne tardent pas à disparaître sous le Lias, mais leur épaisseur paraît énorme, car notablement plus au Nord, dans le massif des Zekkara on retrouve des lydiennes analogues. Il s'agit incontestablement là du Carbonifèrien inférieur développé sous le faciès Culm.

Le Culm ainsi compris jalonne tout le flanc nord des Beni bou Zeggou. Il apparaît au NW du col d'Ayat dans l'oued Tleïa Decheur où l'on peut voir des schistes foncés avec quelques débris de fossiles marins.

Sur le versant NW du Bou Kouali, sommet principal de la chaîne et point culminant du Maroc oriental, on peut voir un complexe de grès, de schistes et de lydiennes noires et grises, avec quelques poudingues, le tout recoupé par des dykes éruptifs au voisinage desquels les schistes passent aux cornéennes. Ce complexe se montre entre Sidi Slimane et Tinnizert. Il est assez fortement plissé et, abstraction faite des dérangements locaux causés par les dykes, il présente en moyenne une direction N 70° E, direction hercynienne. Les grès montrent de nombreux végétaux flottés, mais M. Lannoy, chef du Service des Mines d'Oudjda, m'a signalé la découverte de *Sphenophyllum sp.* dans ces grès.

Un peu plus à l'Est, dans le cirque de Tarilest, on trouve des roches analogues. Un banc calcaire m'a montré de nombreux débris indéterminables de Brachiopodes au SE de Tarilest.

Plus à l'Est encore, dans le massif de Zekkara, le Paléozoïque est encore mieux visible. Les lydiennes se retrouvent dans la partie sud du massif, sur le flanc ouest du pic Sidi Morsi où elles reposent sur des roches schisto-gréseuses qui semblent être dépourvues de restes organiques. Au point de vue lithologique elles constituent trois niveaux. Le niveau inférieur est essentiellement arénacé : des arkoses et des grès grossiers alternant avec des tufs verdâtres le composent en grande partie et sont traversés par le massif granitique de Naïma, apparaissant au Sud de cette localité.

Le niveau moyen est marqué par la prédominance de grès psammitiques stratoïdes à micas clastiques alternant avec des grès à stratifications entrecroisées et à ripple-marks. Le niveau supérieur est essentiellement schisteux et présente un faciès bigarré à la base ; il est couronné par de puissantes lydiennes.

Il semble qu'aucune discordance ne sépare ces lydiennes des roches sous-jacentes et, dans ces conditions, on peut considérer

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

les roches paléozoïques des Zekkara comme continuant à faire partie du Culm. Celui-ci engloberait vraisemblablement tout le Carbonifférien inférieur et, peut-être une partie du Dévonien, mais cette hypothèse, qu'aucune donnée paléontologique ne vient appuyer, ne peut être émise qu'avec le maximum de réserves.

Les affleurements paléozoïques se retrouvent plus loin vers l'Est : les roches sont visibles au Sud du Dj. Mahsseur et dans la région du Dj. Ouazzenne les schistes longent les fonds de vallées.

A la frontière algérienne et, surtout sur le territoire de l'Oranie occidentale, le Paléozoïque est largement développé entre Lalla Maghnia et le Ghar Rouban où prédominent les roches sédimentaires et où les grès à végétaux abondent.

En résumé le Carbonifférien inférieur est marqué par une ligne d'affleurements espacés sur près de 100 km., sur le bord septentrional du bassin de Djérada. Deux dômes granitiques limitent ces affleurements vers le Nord. Sur le flanc sud du bassin le Culm disparaît rapidement sous le Hammada et nous ne savons pas grand'chose ni de sa composition ni de sa puissance.

Le Carbonifférien supérieur ou Moscovo-Westphalien n'est guère aussi étendu : il est limité à la région de Djérada et apparaît dans un quadrilatère limité à l'Ouest et à l'Est par les crêtes liasiques du Dj. Medjroub et Dj. Chekhar, au Nord par le Trias et le Lias des Beni Yala formant l'ossature des Djérada. Il s'étend un peu vers l'Est dans la partie septentrionale du bassin jusqu'à la plaine de Tiouli, où ses assises inférieures disparaissent sous les atterrissements plus récents. Au Sud il est limité par le Hammada, sauf sur les points précédemment décrits où l'on voit son contact avec le Viséen supérieur.

La stratigraphie du Moscovo-Westphalien a été établie en partant de coupes exposées dans les différents oueds traversant les massifs orthogonalement à la direction du plissement. Nous décrirons les principales d'entre elles.

Si on se dirige vers le Nord en partant de la masse de calcaire viséen de l'oued Agaïa, à 7 km. au SSW d'El Aouïnet, on observe successivement :

a) des calcaires stratifiés, des calcschistes, puis des schistes et des grès du Viséen supérieur ;

b) une stampe débutant par un poudingue à galets de quartz et de lydiennes, puissante d'environ 200 m., où alternent des schistes à nodules de sidérose, des grès verdâtres et blanchâtres plus ou moins grossiers, des conglomérats et des niveaux de

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

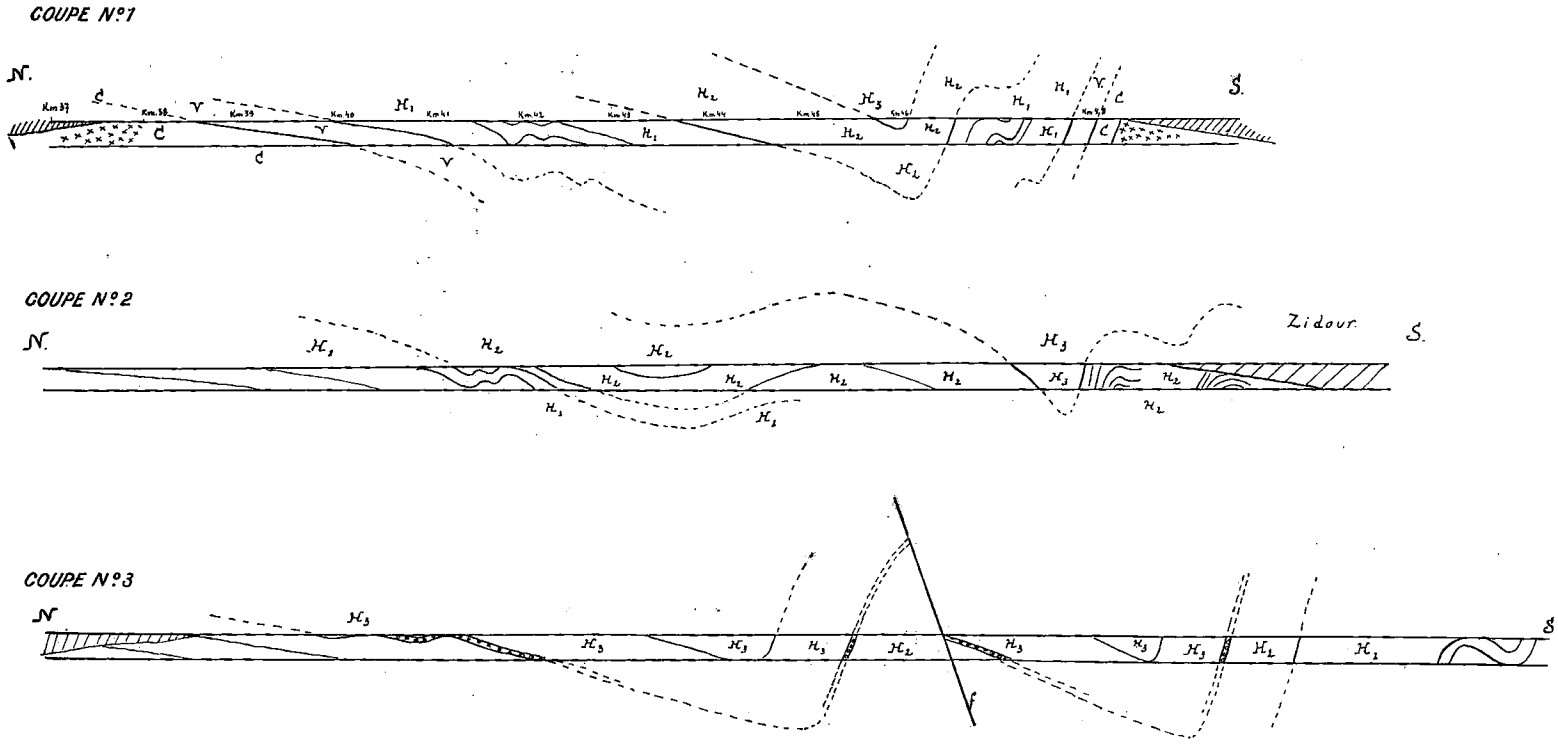


FIG. 3. — Coupes du synclinorium de Djérada.

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

calcaire impur fossilifère. Cette stampe est marquée par au moins six bancs plus ou moins puissants de ces conglomérats ;

c) une stampe à grès dominants, généralement de couleur claire avec intercalation de niveaux schisteux marins et quelques bancs de calcaire impur.

Les schistes, très fossilifères par place, ont fourni notamment :

Productus semireticulatus,
Productus cf. *punctatus*,
Productus sp.,
Leptaena sp.,
Chonetes sp.,
Articles de Crinoïdes.

d) Une assise plus schisteuse où les schistes noduleux avec rognons de sidérose prédominent et au sommet desquels se trouve la première veine de charbon.

Ces couches forment le bord sud du synclinorium de Djérada et plongent vers le Nord de 70 à 80°.

Sur le bord nord du synclinorium nous retrouvons ces couches dans toute la chaîne des Djérada, où chaque sommet est représenté par un banc de poudingue (voir coupe 1, fig. 3).

A 4 km. à l'Ouest de la route Oudjda-Berguent une belle coupe est offerte par le cours de l'Oued Si Brahim qui descend du pied du Dj. bou Keltoum. Les diverses assises plongent vers le Sud de 10 à 15° et s'étalent sur de grandes distances. Nous retrouvons ici principalement les stampes *c* et *d*, mais les couches qui leur sont supérieures sont particulièrement bien représentées (coupe 2, fig. 3).

Ici prédominent nettement les schistes psammitiques, les psammites stratoïdes vert foncé et ces couches contiennent plusieurs veines et veinettes de charbon maigre. Parfois s'y intercalent des bancs de grès vert et quelques minces niveaux calcaires à *Productus semireticulatus*. Les toits et les murs des couches de charbon sont bien caractérisés : les murs, généralement gréseux, constituent des sols de végétation à *Stigmaria sp.* et les toits schisteux, fournissent des débris de frondes de fougères houillères parmi lesquelles on reconnaît d'emblée :

Neuropteris gigantea,
Neuropteris sp.,
Mariopteris sp.

Cette assise se charge vers le haut d'éléments détritiques et se termine par un puissant conglomérat formant l'axe d'un synclinal s'ennoyant vers l'Ouest. Sur le flanc sud de ce pli, les terrains décrits se reproduisent fidèlement et sont redressés (voir la coupe 2, fig. 3).

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

Les coupes de Feddane et Djemel et celle de l'oued Si Brahim se complètent heureusement. Elles nous permettent de nous faire une première idée sur la composition du Moscovo-Westphalien.

Depuis les conglomérats de base jusqu'au poudingue central de Si Brahim, la puissance des couches avoisine 1.000 m. Cette grande stampe peut être partagée en deux assises, l'une stérile, l'autre productive. Nous en avons fixé conventionnellement la limite au mur de la première couche de charbon : la première a été dénommée « Assise de Djérada » parce qu'elle compose toute la chaîne de Djérada, la deuxième est l'assise de Sidi Brahim. Ainsi comprise l'assise de Si Brahim peut avoir de 300 à 350 m. de puissance.

Les diverses coupes dans le synclinorium de Djérada montrant des plis secondaires à ennoyage ouest, nous avons pu retrouver les assises supérieures au conglomérat de Si Brahim dans les oueds plus occidentaux.

Ces couches affleurent dans le synclinal central élargi suivant les oueds Feddane el Lahjar et Si Belkassem. On y observe une alternance régulière de schistes fins, de grès et de roches très spéciales que nous avons dénommées « grauwackes olives ». Ces roches argilo-arénacées sans clivage se présentent en amas difformes ou se décomposent en paralléllipipèdes à faces arrondies, les deux joints étant constitués par la stratification et les diaclases. On observe à la base de l'assise un banc calcaire avec débris de *Productus* sp. mais vers le haut ceux-ci semblent absents et la formation a un caractère continental mieux accusé : elle contient plusieurs veines de charbon qui à l'heure actuelle sont l'objet d'une exploitation méthodique. La limite supérieure de cette assise ne nous est pas connue, le synclinorium de Djérada étant recouvert vers l'Ouest par les couches secondaires. Il paraît toutefois acquis que sa puissance est supérieure à 200 m. Elle représente le Moscovo-Westphalien supérieur. L. Clariond y voit l'équivalent de l'assise de Bruay du Pas-de-Calais (10).

Après avoir effectué ces coupes de bases, il a été aisé de suivre ces différentes assises en direction, la nature du pays s'y prêtant merveilleusement. Le conglomérat supérieur de Si Brahim a été, à ce point de vue, un repère utile. Il a pu être suivi dans tout le synclinorium de Djérada.

Les observations qui précèdent sont résumées sur le croquis et les coupes ci-annexées. Nous aurons l'occasion de revenir sur leur tracé dans le chapitre consacré à la tectonique.

Ainsi la stratigraphie du Carboniférien de Djérada est basée principalement sur des caractères lithologiques. La subdivision

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

que nous proposons est évidemment provisoire et n'a d'autre but que de permettre le tracé d'une carte géologique et de déterminer la tectonique du bassin. La parole restera aux paléozoologistes et aux paléobotanistes, qui ont là un vaste champ d'études, à la suite desquelles seulement il sera possible de distinguer les différentes zones paléontologiques et de les synchroniser avec celles des bassins houillers classiques.

La stratigraphie du Carboniférien du Maroc Oriental peut être condensée dans le tableau ci joint.

Moscovo-Westphalien	III. Assise de Si Belkassem H 3.	Schistes fins, grauwackes olives. Grès, quelques petits conglomérats. Couches de houille, niveau marin à la base.
	II. Assise de Si Brahim H 2.	Conglomérats puissants au sommet. Grès. Psammites stratoïdes vert foncé. Schistes, couche de houille maigre. Quelques niveaux marins.
	I. Assise de Djérada H 1.	Schistes noduleux, schistes fins. Grès grossiers, grès stratoïdes. Schistes à fossiles marins et niveaux calcaires. Grès et schistes, alternant avec au moins six conglomérats vers le bas.
Culm	II. Viséen supérieur marin V.	Calcschistes, schistes, calcaires. Quelques bancs de grès, Faune de Visé.
	I. Culm proprement dit C.	Schistes gris, conglomérats. Tufs de roches éruptives. Lydiennes, quelques niveaux marins. Roches éruptives variées.

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

B. — TECTONIQUE

Le bassin carboniférien de Djérada est un synclinorium dissymétrique dont la direction générale est N 70° E ; elle est d'une constance remarquable. La zone axiale du bassin affleure sur plus de 20 km., depuis le Dj. Medjroud jusqu'au Dj. Chekkar.

Son allure est extrêmement simple : composé *grosso modo* de deux synclinaux de premier ordre, il est marqué sur son bord septentrional par des ondulations molles, tandis que son bord sud, redressé, montre des replis aigus. Ces bassins secondaires sont du Nord au Sud.

1° Le synclinal de Si Belkassem.
2° Le synclinal de Si Messaoud.

Ces deux synclinaux sont séparés par un anticlinal, marqué de plis secondaires entre les oueds Si Brahim et Agaïa ; il est faillé plus à l'Ouest.

L'allure générale des plis secondaires suit celle du pli principal : les synclinaux ont leur bord nord en plateure, le bord sud en dressant.

Ces allures sont illustrées par trois coupes et un croquis géologique (fig. 2 et 3).

Nous voyons que le bassin prend de l'importance à l'Ouest du méridien d'El Aouinet, où l'assise supérieure du Moscovo-Westphalien occupe, à la faveur du déploiement des plis vers l'Ouest, presque toute la partie centrale du bassin.

L'ennoyage des plis est inégal du Nord au Sud. Alors que le synclinal de Si Belkassem se relève rapidement vers l'Est, le synclinal de Si Messaoud se poursuit dans cette direction en se relevant doucement et permet ainsi aux assises supérieures d'affleurer jusqu'au delà de la route de Berguent qu'elles croisent au km. 46. Par contre ce dernier pli ce relève rapidement vers l'Ouest avant d'atteindre les crêtes liasiques du Dj. Medjroub, où une certaine déviation de la direction des dressants est observable. Cette direction est de l'ordre de N 80° W.

Dans son ensemble la partie centrale du synclinorium de Djérada nous apparaît comme étant composée d'une série de plis se relayant du NW au SE, l'allure générale demeurant extrêmement simple.

De petites failles longitudinales s'observent dans les différentes parties du bassin, mais elles ont un caractère tout à fait local. Une seule pourtant mérite une mention spéciale, c'est celle que

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

nous avons figurée sur le bord sud de l'anticlinal central à son intersection avec l'oued Feddane et Lahjar. Elle semble résulter de la compression de cet anticlinal contre le bord méridional du synclinal de Si Belkassem et de l'accentuation des plis secondaires visibles plus à l'Est.

Des accidents transversaux à la direction hercynienne s'observent dans le bassin de Djérada. Ces accidents ont une direction NNE-SSW. Nous avons figuré sur le croquis l'un d'eux qui a pour résultat de déplacer une partie de la bande viséenne supérieure au voisinage du km. 40 de la route d'Oudjda à Berguent. D'autres qui lui sont parallèles s'observent dans la partie centrale du bassin.

Il semble qu'il s'agisse là de mouvements posthumes en relation probable avec l'activité éruptive ayant caractérisé la fin de la phase hercynienne, et aussi la période triasique.

Dans son extension EW, le bassin de Djérada présente une aire d'ennoyage à l'Ouest du méridien d'Aouinet. Il se relève vers l'Est de la route d'Oudjda à Berguent. D'autre part, d'après les récentes données publiées par L. Clariond, le sondage effectué au Sud du col d'Ayat a recoupé dans le prolongement de la partie centrale du bassin des schistes carbonifériens fossilifères que l'auteur considère comme immédiatement supérieurs à l'équivalent de l'assise de Chokier de Belgique ou de la « Pendelside Series » de l'Avonien anglais. Ainsi une deuxième aire de surélévation se marque vers l'Ouest du bassin Moscovo-Westphalien de Djérada (10).

V. — REMARQUES GÉNÉRALES

Dans toute la région étudiée, le Lias recouvre le socle hercynien arasé, soit directement, soit par l'intermédiaire d'une nappe de roches volcaniques, triasiques, et parfois, en quelques points, de dépôts rouges à gypse que l'on rattache au Trias. Avant la grande transgression mésoliasique la région est donc restée à peu près émergée et la période permo-triasique a été marquée par des phénomènes volcaniques faisant place à la sédimentation absente.

Dans son esquisse géologique de la région d'Oudjda, le Professeur J. Savornin a décrit et figuré sur une carte géologique les différents affleurements de ces terrains en délimitant avec beaucoup de précision les noyaux paléozoïques mis au jour par l'érosion (11).

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

L'auteur signale un seul dépôt qui représente avec certitude le Permien et qui se voit dans la région de Nedroma, en Algérie, au NE d'Oudjda, mais les découvertes récentes de L. Clariond nous ont montré que dans la région méridionale de l'anticlinorium de Mekam-Debdou, cet étage paraît être bien représenté. L'auteur le rattache provisoirement au Stephano-Permien (8).

*
* *

N. B. Les croquis géologiques et les coupes ci-annexés sont purement schématiques. Ils sont présentés en vue d'illustrer le présent exposé, et l'échelle n'y a pas été strictement observée, notamment dans le tracé de la partie NE du bassin de Djérada, pour permettre de réduire leur extension.

LISTE DES OUVRAGES CITÉS

1. P. Russo. — État actuel des connaissances sur les terrains paléozoïques du Maroc. XIIIe Congrès Géologique international. Bruxelles, 1922, pp. 1005, 1037.
2. L. Gentil. — Recherches stratigraphiques sur le Maroc Oriental. *CR. Ac. Sc.*, t. 146, p. 427, Paris, 1908.
3. J. Harroy et A. Brichant. — Note préliminaire sur la découverte d'un bassin houiller au Maroc Oriental (Pli cacheté, daté juin 1928). *Ann. Soc. Géol. de Belgique*, t. 52, 1928, pp. 23-24.
4. J. Harroy et A. Brichant. — Sur la découverte d'un bassin houiller au Maroc Oriental. *CR. Ac. Sc.*, t. 187, Séance du 8 octobre, Paris, 1928.
5. A. L. Brichant. — Observations sur les terrains paléozoïques du Maroc Oriental. *C. R. somm. Soc. Géol. France*, Séance du 7 mars 1932, pp. 66 à 67.
6. A. L. Brichant. — Sur les relations du Paléozoïque des Zekkara avec le Culm du bord nord du bassin de Djérada. *Idem.* Séance du 15 mai 1932, pp. 121-122.
7. L. Clariond. — Sur l'extension des mouvements antéviséens au Maroc. *CR. Ac. Sc.*, t. 195, n° 17, p. 717, Paris, 1932.
8. L. Clariond. — Les affleurements primaires de la plaine de Meridja (Hauts Plateaux du Maroc Oriental). *C. R. somm. Soc. Géol. de France*, Séance du 1er mai 1933, pp. 110-112.
9. P. Russo et Mme L. Russo. — La jonction de l'Atlas et du Tell dans le couloir Taza-Oudjda (Maroc Oriental). *Bull. Soc. Géol. France*, t. XXX, 1933, pp. 1121-1159.
10. L. Clariond. — A propos d'un forage exécuté à l'Ouest du bassin houiller de Djérada. *C. R. somm. Sc. Géol. de France*, Séance du 3 avril 1933, pp. 83-84.
11. J. Savornin. — La Région d'Oudjda. Esquisse géologique. *Notes et Mémoires. Service des Mines*, Rabat 1930.

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

Observations sur le Quaternaire moyen de la Méditerranée occidentale et sur la signification du terme de Monastirien

par **Georges Denizot**[1].

Les formations marines du Quaternaire se divisent dans la Méditerranée occidentale en trois termes.

Le terme ancien, dont Doderlein a pris sous le nom de Sicilien le type à Palerme, présente dans ses formations néritiques des espèces vivant aujourd'hui vers l'Atlantique septentrional, comme *Cyprina islandica*, sans toutefois que ce caractère paraisse s'étendre aux formations littorales.

Le terme moyen est caractérisé par l'invasion en Méditerranée de la faune actuelle de l'Atlantique autour du tropique, vivant sur les côtes du Sénégal, dont les espèces typiques sont *Strombus bubonius* (= *S. mediterraneus*) et *Conus testudinarius*. C'est le Tyrrhénien d'Issel, ou Couches à Strombes.

Le terme récent doit correspondre au Flandrien de la Mer du Nord.

Une série de recherches, surtout effectuées sous l'impulsion de Ch. Depéret et du général de Lamothe, a de plus établi comme règle, que les dépôts littoraux — les plus souvent visibles — se répartissent en terrasses échelonnées à des hauteurs décroissantes, du début à la fin du Quaternaire ; on a même proposé de classer ces terrasses marines, comme les terrasses fluviales correspondantes, d'après leur hauteur. Le Quaternaire ancien présenterait ainsi des rivages principaux à 90-100 m. et 55-60, ce dernier désigné comme « Milazzien » par Depéret.

Quant au Quaternaire moyen, il posséderait deux lignes de rivage, l'une à 28-30 m., l'autre à 18-20. Depéret, réservant à la première le nom de Tyrrhénien, a créé pour la seconde celui de « Monastirien ».

Cette théorie est moins remarquable par la multiplication des rivages quaternaires, que par la constance en hauteur prêtée à chacun d'eux. Elle fait appel, comme facteur essentiel, aux chan-

1. Note présentée à la séance du 2 décembre 1935.

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

gements eustatiques de la surface marine, et sur ce point nous sommes absolument d'accord ; mais elle implique de plus l'absence de toute déformation notable, car déjà la première ligne est donnée comme constante à dix mètres près. Des variations importantes étaient bien admises, à Messine en particulier, mais données pour accidents strictement locaux. J'ai affirmé au contraire que l'on pouvait reconnaître un peu partout des inégalités d'origine épirogéniques. Peu différentes en théorie, ces interprétations conduisent à des raccordements tout à fait dissemblables.

De plus, chaque ligne de rivage est en général considérée, non comme un simple temps d'arrêt au cours d'une régression d'ensemble, mais comme une fin de remblaiment autonome [1]. Ainsi pour le général de Lamothe, la mer s'abaisse au Quaternaire dans la Méditerranée, par suite d'une série d'effondrements lointains faisant appel d'eau ; entre deux brusques abaissements de cette nature, le niveau marin remonte lentement au fur et à mesure de l'accumulation sur les fonds de matériaux terrigènes. Le Quaternaire moyen présenterait alors deux « cycles » positifs, séparés par une oscillation négative de la mer.

Il est en effet certain que de telles oscillations ont existé au Quaternaire, on en connaît au moins deux. D'abord la régression chelléenne, si nette dans le Bassin de la Seine où la mer et le fleuve, partant de situations élevées, sont passés au-dessous des situations actuelles pour remonter ensuite à une quinzaine de mètres plus haut. Plus tard, la régression pré-flandrienne a descendu la mer à plus de 25 m. en dessous de sa situation actuelle, et c'est une dernière transgression qui a permis d'atteindre cette situation. On a généralement attribué, et je l'ai fait moi-même en plusieurs publications, chaque niveau à une oscillation de ce genre, qu'elle qu'en soit la véritabe cause.

En particulier, les lignes vers 30 et 20 m. assignées aux couches à Strombes dans la Méditerranée seraient comprises entre trois phases négatives, dont la troisième est la régression pré-flandrienne : l'une des autres, soit entre les deux lignes, soit avant la première, correspondrait à la régression chelléenne, L'objet de cette note est de rechercher les dispositions réelles, et nous ferons appel à trois localités essentielles avant d'envisager l'application à toute la Méditerranée occidentale.

1. J'ai publié des schémas conformes à cette interprétation, *op. cit.*, et 63e Congrès des Soc. savantes, 1930. Je ne crois plus à propos de les conserver.

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

ANTIBES ET BIOT (Alpes-Maritimes).

La côte niçoise est un des secteurs les plus étudiés de la Méditerranée : sans remonter aux observations anciennes, nous trouvons dans les recherches de Ch. Depéret, E. Caziot et E. Maury, à partir de 1903, une systématisation précise. Ce semble être le lieu d'origine de la théorie nettement arrêtée par Depéret en 1918, et dont le retentissement fut considérable dans les milieux géologiques. Pourtant, ni les environs immédiats de Nice, ni les grottes des environs de Monaco ne comportent cette précision, les témoins quaternaires étant d'une excessive exiguïté, et d'ailleurs diversement interprétés. Par contre, plus au sud, à Antibes et Biot, le Quaternaire est beaucoup plus étendu : cette localité est unique sur toute la côte méditerranéenne française.

Elle est surtout bien connue depuis l'étude de M. Gignoux, qui a nettement distingué en 1917 les rivages de 30 et de 15 m. Au cours de ces dernières années, de nombreux travaux ont été faits, pour la voirie et la construction : ils m'ont permis de rassembler une documentation nouvelle [1], tandis que l'excellente carte au 20.000e du Service géographique donne l'évaluation des hauteurs avec toute la précision désirable.

La principale terrasse apparaît au Nord d'Antibes vers la chapelle Saint-Roch ; elle franchit la Brague et s'étend jusqu'au vallon de Vaugrenier, bordant l'étang à l'Ouest. Sa surface est bien présentée à 28-30 m., avec, en bordure près de Vaugrenier, le cailloutis montant à 32 et 33 m., contre le coteau de labradorites, sans doute par le fait de vieux cordons littoraux. Le cailloutis formant terrasse repose, au nord de la Brague, sur un sable fin à *Tellina planata* qui, à Vaugrenier, ravine le Pliocène vers 20 m. Depéret a montré que ce sable est un faciès contemporain des couches à Strombes ; au Sud de la Brague, il est remplacé par du cailloutis.

En s'éloignant du rivage ancien, le Quaternaire descend plus bas et présente vers 10 m. un banc de marne à galets, où par endroits abonde *Cardium edule* : le principal gisement, signalé par M. Gignoux, est sur le talus de gauche de la Brague, à 400 m. du débouché et peu en aval d'un pont antique. J'ai retrouvé ce même banc, avec ses fossiles, au Nord de la Brague : juste en face sur le coteau (100 m. NE du point 5,5 des Mou-

1. Beaucoup de ces observations ont été faites avec P. Pierrefeu, professeur au Collège d'Antibes, que je remercie de son amicale collaboration.

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

lières, sur la carte au 20.000e), et en plein milieu de la terrasse de Vaugrenier (dans un vallon, 150 m. E du point 29,8) où un puits a rencontré la marne à *Cardium* sous le sable fin. Il repose à son tour sur du cailloutis à petits éléments bien roulés.

En contrebas vers le rivage actuel, séparé par un talus très net, il apparaît dans la topographie un autre palier. Il s'ébauche au Sud de la Brague, près du pont de la route nationale, et s'étale au Nord, de part et d'autre de l'étang de Vaugrenier, à 9-10 m. La surface montre une argile rouge à galets, provenant de l'altération d'une marne, et reposant sur un gravier bien roulé, avec galets de quartz, roches cristallines et quelques permiennes, divers calcaires : fait singulier, les labradorites y sont peu fréquentes au voisinage de leurs affleurements. A gauche de l'étang, où la terrasse de 30 m. est réduite, ce palier au contraire se développe et près des Maurettes (2 à 400 m. SW), contre la bordure, la marne qui le couvre s'épaissit de 10 à 15 m., pétrie de *Cardium edule*, *Cerithium vulgatum* et autres : c'est le second gisement décrit par M. Gignoux.

Au premier abord, on aurait là deux terrasses emboitées, et je l'ai moi-même admis jusqu'au jour où des tranchées m'ont présenté les choses de façon autre. D'une part aux Maurettes, la marne à *Cardium* n'est pas au sommet d'une terrasse : elle est surmontée d'un cailloutis qui décidément ne saurait être pris pour un éboulis, s'élevant jusqu'à la terrasse véritable, petite mais bien représentée par deux petits plateaux caillouteux à 30 m. D'autre part, j'ai pu me convaincre de la pénétration de la marne dégagée au Sud de l'étang, sous la terrasse de Vaugrenier, et les deux petits gisements signalés ci-dessus se placent sur son passage.

La marne à *Cardium* constitue donc un seul horizon, tantôt insérée dans la terrasse de 30 m., tantôt dégagée en un palier vers 10 m. par l'ablation de la couche superposée, qui justement se trouve être sableuse et particulièrement meuble tandis que la marne argileuse tenace a fait résistance à l'érosion.

La terrasse de 15 m. doit donc être réduite d'autant. Cependant elle existe bien, et M. Gignoux l'a reconnue, avec un gisement fossilifère « à 800 m. au Nord de la limite des feuilles Antibes et Nice », au quartier des Beaumettes où la route de Nice la traverse. C'est un gravier à *Pectunculus violascens* et autres fossiles dont *Cardium edule*, distincts des précédents par leur fort roulage. Ce gravier apparaît immédiatement au Nord des Maurettes, où je l'ai vu raviner la marne à *Cardium* avec dernier point fossilifère (300 m. NNE des Maurettes). La

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

terrasse, cotant 14 ou 15 m., s'est établie ici par le déblai de parties meubles de la terrasse de 30 m.

Allons maintenant au Sud, vers Antibes. L'ancienne ville occupe un rocher jurassique séparé du coteau pliocène par une petite plaine de cailloutis quaternaire, sur laquelle la ville neuve s'est étendue : ce Quaternaire, à galets plats en majorité calcaire, plus ou moins consolidé par du carbonate de chaux, se distingue bien du Pliocène argilo-sableux, aux galets ronds,

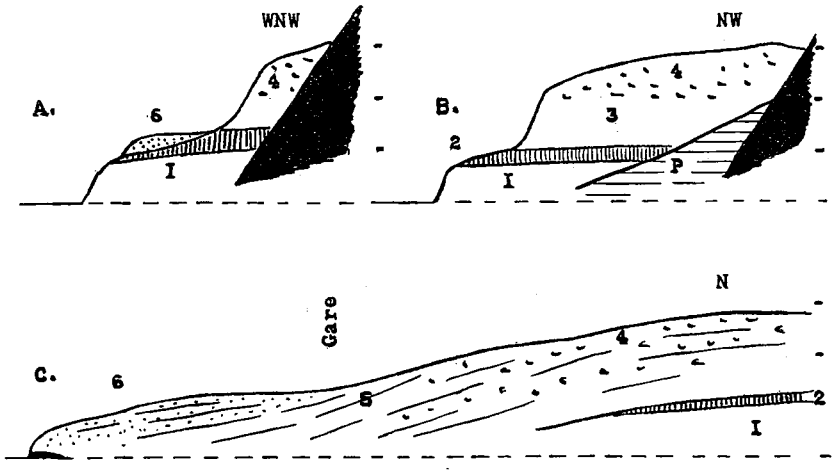


FIG. 1. — Coupes dans le Quaternaire moyen : A, par les Maurettes ; B, par Vaugrenier ; C, par Antibes.

P : Pliocène. 1 : Graviers. 2 : Marne à *Cardium*. 3 : Sable fossilifère de Vaugrenier. 4 : Cailloutis de la terrasse de 30 m. 5 : Formation de passage. 6 : Basse terrasse d'Antibes et des Beaumettes.

avec beaucoup de roches cristallines altérées au maximum, et de teinte très rouge. Au nord vers la gare, et dans la partie centrale de la nouvelle ville, la terrasse est bien à 14-15 m. : mais son prolongement au SE s'abaisse et débouche sur le rivage actuel de l'Ilet à 4 m. De ce côté (100 m. NW du collège) le cailloutis m'a fourni à 6 m. des lits à débris d'Oursins et Algues où Mlle Pfender a reconnu des *Lithothamnium* et *Lithophyllum* diverses [1].

L'emboitement de deux terrasses paraissait indiqué vers la chapelle Saint-Roch, où le Quaternaire se rétrécit à 100 m., bien que la surface primitive du terrain figurât, non un talus, mais un raccord doucement incliné, de seulement 5 m. pour une distance de 200. Or, ces années dernières, l'agrandissement de la

1. Voir *Appendice*, *p.* 572.

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

gare qui est voisine a nécessité le déblai d'une grande tranchée, et celle-ci m'a présenté une formation unique, sans apparence véritable de discontinuité. Partant du voisinage de la terrasse qui règne à plus de 25 m. entre les routes de Nice et de Biot, les lits sont visiblement inclinés comme la surface du sol, vers le Sud, et se dirigent sous la terrasse d'Antibes. Mais sur la gauche, ils tournent au NE avec un plus fort plongement accompagné d'entrecroisements. De ce côté se montre, allant de 16 à 12 m., un lit chargé d'Algues calcaires parmi lesquelles J. Pfender a reconnu *Lithothamnium fruticulosum* (Kütz.) Foslie.

Il s'ensuit que seule la terrasse de 28-30 m. correspond à un véritable remblaiment, au sein duquel la marne à *Cardium edule* et le sable à *Tellina planata* sont des détails locaux. A partir de l'emplacement correspondant à son sommet, la mer en s'abaissant a laissé une série de couches obliques, selon la forme de son fond, en retrait vers le Sud tout en conservant un caractère strictement littoral. La ligne de 15 m. a la signification d'un temps d'arrêt prolongé au cours de ce retrait, stationnement qui a permis aux érosions littorales d'attaquer certaines parties meubles de la terrasse primitive pour leur substituer une nouvelle terrasse, comme aux Beaumettes.

ALERIA (Corse).

Les gisements depuis longtemps connus sur la côte orientale de la Corse ont été décrits par Hollande, et délimités par E. Maury sur la carte géologique. Le Quaternaire marin s'étend sur une quinzaine de kilomètres de l'Étang de Diane à celui d'Urbino.

E. Maury figure une formation marine unique, de 0 à 20 m., mais il distingue une terrasse de 30-35 m. qui la recouvre et une de 15-18 m. qui la ravine, en les qualifiant de « Tyrrhénien » et « Monastirien ».

Le point le plus haut semble être près de Vadina, sur la route de Bastia : une petite colline montre au-dessus du Miocène, à 22-24 m., une argile sableuse remplie de *Cardium edule* avec autres fossiles dont *Tapes Dianae* ; de cette localité, on a signalé *Strombus bubonius* [1]. Par-dessus règne jusqu'à 30 m. une argile bleuâtre atteinte par la rubéfaction, puis 4 m. de cailloutis. Celui-ci remonte avec une forte inclinaison la rive gauche du

1. Signalé par M. Gignoux. *C. R. som.*, 8 nov. 1915, p. 112.

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

Tagnone. On a donc bien un stationnement marin vers 30 m. couronné de déjections torrentielles sinon de cordon littoral.

Mais à l'Est dans le domaine de Casabianda, les cailloutis appartenant à une nouvelle formation, ravinante, recouvrent un autre lit argilo-sableux, à *Cardium edule* et *Cerithium vulgatum*, certainement littoral et qui ne saurait être pris pour faciès plus éloigné de l'ancien rivage sous une vingtaine de mètres d'eau. Ce lit, visible à 9-10 m., semble d'ailleurs inséré dans le cailloutis donné comme terrasse de 15-18. Il y a donc dans les formations marines le même étagement que dans les formations fluviales, donc deux stationnements de la mer. Mais ces formations semblent trop intimement associées pour figurer deux remblaiments indépendants.

MONASTIR (Tunisie).

Décrivant les riches gisements à Strombes de la côte orientale tunisienne, Flick et Pervinquière ont insisté sur l'inclinaison, vers l'Est-Sud-Est, de la terrasse de Monastir. C'était pour eux la preuve de « mouvements lents de l'écorce terrestre », à l'exclusion de mouvements eustatiques. Cependant H. Douvillé fit aussitôt remarquer que les différences de niveau n'indiquent pas de mouvement local du sol : « quand la mer recule lentement, les dépôts littoraux se déplacent en même temps et donnent naissance à une couche qui n'est pas horizontale, mais inclinée suivant la pente du rivage. » Reprenant cette explication, le général de Lamothe pensa de plus distinguer là, comme il l'avait fait sur la côte algérienne, deux lignes de rivage successives, l'une à 30-32 m. (Djama-Kortil), l'autre à 15-20 m. (Monastir). Par la suite, avec l'évolution des idées eustatiques, cette distinction fût complétée par l'intervention d'une grande oscillation négative de la mer entre ces deux stationnements principaux, devenant ainsi tout à fait indépendants : c'est sur cette interprétation que le « Monastirien » a été créé.

J'ai visité la localité de Monastir en 1930. La même année, elle était l'objet de l'étude de M. Solignac : or, ce géologue, que l'on est en droit de considérer comme favorable à la coordination de Depéret, conclut cependant à l'inexistence du Monastirien à Monastir même.

Nous reprenons la description très précise du général de Lamothe. Le promontoire de Monastir forme un triangle, bordé au Nord par la mer avec des falaises d'une vingtaine de mètres ;

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

à l'Est également par la mer, puis par une frange de formations récentes ou modernes ; à l'Ouest par la Sebkha, plus ou moins en communication avec la mer. Au Sud, un très étroit pédoncule, s'abaissant à 6 m., la relie au reste de la côte. Hormis la petite dune du Point 39, ce promontoire est disposé en plateau incliné, partant du replat 30-31 m. au-dessus de la Sebkha, et de là s'abaissant à l'Est vers 5 m. au Sud-Est de Monastir. Presque partout ce plateau est limité par des talus raides, sauf certains endroits modifiés par des érosions tardives ou par des accumulations éoliennes.

Deux points sont essentiels : d'abord le dépôt quaternaire marin s'étend sur tout le plateau, et c'est la constatation, renforcée de nouveaux documents, qui a motivé la décision de M. Solignac. En second lieu il n'est pas, sur tout ce plateau, de ressaut suffisant pour imposer une subdivision en deux formations indépendantes : du replat de Djama-Kortil on passe sans accident au rebord de la falaise septentrionale, comme à celui tracé au SE devant le chemin de Bir-el-Djezira. Des deux coupes données par de Lamothe, la seconde montre en réalité cette disposition uniforme, car l'interruption, d'ailleurs hypothétique, au Sud de Monastir donne seulement l'idée d'une légère ablation ultérieure ; la première serait plus démonstrative, mais les environs de Bir-el-Djezira sont trop masqués par les sables dunaires pour lui donner une valeur autre que théorique. Nous croyons cependant justifiée la distinction de deux niveaux principaux dans l'ensemble du dépôt.

Aux points élevés autour de Djama-Kortil, 30-31 m., le faciès est tout à fait littoral, avec galets perforés, Algues calcaires, et les gros Strombes assez rares sont brisés et roulés ; en s'éloignant, à 20-24 m., on voit les gros Gastéropodes nombreux et intacts à côté de Lamellibranches conservant en connexion leurs valves fragiles (de Lamothe) : on passe donc du littoral agité par le ressac à la zone plus calme sous une dizaine de mètres d'eau. S'il y avait un seul niveau marin, à 30-32 m., ce caractère devrait s'accentuer en gagnant les parties les plus basses vers Monastir : il n'en est pas ainsi. Sur le rebord septentrional, de Lamothe a suivi au-dessous de 20 m. une bande littorale nouvelle avant de retrouver aux endroits plus déprimés le faciès d'eau calme. Ceci est fort net vers la briqueterie, où d'abord le grès calcaire montre ses coquilles intactes, dont de magnifiques Strombes, entre 5 et 10 ou 11 m. ; puis les couches se relèvent sur la falaise avec le faciès littoral et l'apparence du rivage à 16 m., ce qui vient après au Point 19 pouvant représenter l'ap-

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

pareil au-dessus du niveau moyen de la mer. On peut admettre l'ancien rivage à 16-18 m. ; bien entendu, nous faisons abstraction de la formation dunaire superposée (Point 25).

Quand on parcourt ces lieux, on a l'impression irrésistible d'un ensemble inséparable, au sein duquel on ne peut situer la coupure d'une grande oscillation négative, portant la mer très bas après la constitution de la ligne de 30-32, et suivie d'une remontée sur la ligne de 16-18. Il est difficile d'admettre la coïncidence des rivages, de part et d'autre de cette oscillation négative forcément accompagnée d'érosions. Tout s'explique, au contraire, si l'on admet que la mer, après avoir stationné à 30-32, s'est purement et simplement abaissée pour stationner ensuite à 16-18. En confirmation, on notera le contraste absolu du rivage vis-à-vis de l'ensemble des formations quaternaires.

L'analogie avec Antibes est manifeste : elle l'est plus encore si on accepte la description faite par le général de Lamothe de l'extrémité sud du promontoire, malgré le caractère hypothétique de ses données. Ici, il y aurait eu évidage d'une partie de la première terrasse et de son substratum et léger étagement de la seconde : c'est la réplique des dispositions fixées ci-dessus près d'Antibes aux Maurettes.

ESSAI SUR LE QUATERNAIRE MOYEN DE LA MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE

Pour distinguer parmi les couches à Strombes et formations contemporaines deux « étages », Depéret admet les localisations suivantes :

Tyrrhénien (28-30 m.) : Carthagène, San-Juan de Vilasar (Catalogne), Ile Majorque, Nice (Saint-Jean), Monaco (Grotte du Prince), Étang de Diane (Corse), Ile Pianosa, Livourne, Civita-Vecchia, Gallipoli, Tarente, plateau supérieur de Monastir, Port-aux-Poules près Arzeu ; le relèvement de ces couches vers 100 m. à Ravagnese, dans le détroit de Messine, est donné comme exceptionnel, « n'altérant pas l'étonnante régularité de la distribution altimétrique de la ligne de rivage de 30 m. »

Monastirien (18-30 m.) : nombreux points de la côte algéro-tunisienne, de Sfax à Oran ; localité possible de Sferracaballo près Palerme ; dépôt à Tapes Dianae de Capestang.

Nous examinerons surtout ces localités types données en 1918, de préférence aux nombreuses citations faites au cours des années suivantes, et trop manifestement inspirées par cette coordination.

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

Celle-ci semble avoir eu son berceau sur la côte niçoise, où cependant les dispositions sont assez incertaines, souvent discutées. On observe des traces à partir de 85 m. (Cap Ferrat) et notamment à 40-45 (Nice, Saint-Jean, etc.) qui ne se conforment à aucune des hauteurs-types. La ligne vers 30 m. se présente assez mal : par contre, un rivage de 17-18 m. est bien jalonné par le gîte Risso et les voisins de la baie de Grossuet, au Sud-Est de Villefranche, par les vestiges et abrasions côtières de Saint-Hospice, par le gisement de Mala et d'autres. C'est bien le prolongement du niveau le plus bas d'Antibes ; or, en 1906, Depéret affirme la liaison du gîte Risso, qu'il avait antérieurement qualifié de « plage sableuse » et qui de fait appartient à une ligne rigoureusement littorale, avec des sables marins suivant une pente jusqu'à 30 m. Cette observation ne peut être contrôlée, les lieux ayant été ravagés par la construction : elle implique à nos yeux les deux stationnements de la mer, d'abord fixée vers 30 m., puis régressant à 17-18 m. sans manifester d'oscillation négative dans l'intervalle.

Quant aux grottes de Monaco et Grimaldi, il est impossible d'en faire état depuis la publication si précise, et divergente quant aux faits même, de M. Boule[1].

Passant en Italie, nous prenons l'étude des localités citées faite par M. Gignoux. Celui-ci sépare bien à Livourne deux rivages à 30-35 et 12-15 m,, et surtout à Tarente deux lignes très nettes à 30-35 et 12-15 m., correspondant à la même faune à Strombes. Mais à Civita-Vecchia comme à Gallipoli, toute précision manque. A Pianosa par contre, le gisement décrit par Simonelli ne saurait être inséré dans la ligne de 30 m. : situé à + 2-3 m. seulement, il a été constitué « sous une faible profondeur d'eau » (Depéret et Caziot, 1903, p. 344) et correspond donc à une « ligne de rivage très basse » (M. Gignoux).

Revenons de Nice vers la Provence. Le niveau fixé à 17-18 m. passe vers Antibes à 15-16, puis sur la côte de l'Estérel s'indique à 14 m. vers Agay, ensuite sur la côte des Maures et dans les Iles d'Hyères à 12 m. seulement[2]. L. Lutaud a fort bien vu cette

1. En fait, nous ne sommes pas en mesure de rattacher certains faits présentés par ces grottes aux niveaux des environs de Nice.

2. Certaines erreurs ont été commises ces années dernières. En particulier, on a interprété des formations éoliennes des Iles d'Hyères comme terrasses marines, et l'on n'a pas manqué de fixer celles-ci à la hauteur fatidique de 30 m. H. Parent a rectifié cette erreur : mais il a imaginé de raccorder sous ces formations, dans les îles comme sur le continent voisin, un niveau de 6 m. qui serait néolithique, et de tabler sur l' « absence » d'une terrasse « monastirienne ». L'auteur ne paraît pas avoir connu les observations de L. Lutaud, avec lesquelles nous sommes en accord.

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

diminution de hauteur : « la plupart des cordons littoraux et des formes topographiques qui leur sont associées, dans la partie occidentale des Maures (régions d'Hyères et de Toulon), paraissent coïncider avec un niveau relatif de la mer à + 10-12 m., plutôt qu'avec un niveau de + 15 m. »

Au delà de Toulon, le grès à Corallines de Bandol décrit par Mlle Pfender atteint au moins 8 m. A la Madrague de Saint-Cyr — le lieu faussement appelé *Tauroentum* — un sable à *Pecten* s'insère dans des faciès continentaux, mais son sommet réel est invisible, repris au-dessus de 6 m. par des actions éoliennes.

Autour de Marseille, j'ai fixé à 9 m. un niveau qui se retrouve à la même hauteur avec la terrasse du Sud de l'Étang de Berre, décrite par L. Collot. Dès 1924, j'ai raccordé toutes ces indications en une seule ligne, abaissée des Alpes au Rhône par suite de mouvements épirogéniques, et non subdivisée par un niveau spécial de 6-8 m, comme on l'a proposé. En même temps, l'autre ligne plus élevée passe de 35 m. environ à 20-22.

Au delà du Rhône, on a l'indication très nette d'une remontée, avec la terrasse de 13 m. à Capestang.

Sur la côte espagnole, le Tyrrhénien peut atteindre 30 et 40 m., notamment vers Alicante et Carthagène où de plus se présente une ligne de 10-15 (Gignoux et Fallot). Mais le gisement de San-Juan de Vilosar étudié par J. Almera n'est pas ici utilisable : il est en effet au niveau de la mer actuelle, et si son faciès semble impliquer quelque profondeur, la fixation de la surface marine correspondante ne saurait se faire qu'avec une large approximation.

Pour Majorque par contre, l'attribution à un niveau de 30 m. est parfaitement erronnée : j'ai montré que le rivage fossile de Palma de Mallorca, décrit par Hermite, par Fallot, se fixe très bien à + 6 m. ; et les autres gisements de couches à Strombes dans la même île concordent avec cette évaluation.

Sur la côte algéro-tunisienne, si soigneusement étudiée par le général de Lamothe, nous ne pouvons tenir le niveau le plus haut comme rigoureusement fixé à 31 m. ; mais le second serait plus constant, à 16-18 m. L'interprétation de Monastir semble devoir être étendue à toute cette côte.

Conclusions

Il nous paraît donc établi que les couches à Strombes, le Tyrrhénien d'Issel, se répartissent en deux lignes de rivage, respectivement voisines de 30 et 15 m. ; mais nous ajoutons :

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

1° Que ces hauteurs présentent des écarts importants, très généraux et que ceux-ci sont essentiels ; les exemples donnés ci-dessus pour la seconde ligne en préciseront l'importance ;

2° que ces deux lignes ne sont pas séparées par une grande oscillation négative, mais que la seconde correspond à un temps d'arrêt au cours de la régression consécutive à la première. Le « Monastirien » est un événement secondaire durant la période tyrrhénienne.

S'il en est ainsi, il faut envisager la place d'une régression chelléenne, que certains auteurs tiennent pour considérable dans la Méditerranée occidentale, et d'ailleurs contemporaine de celle reconnue sur le versant atlantique de la France. Nous sommes contraints de la placer ici avant le niveau de 30 m., et cela nous conduit à ne pas admettre le synchronisme de ce niveau avec les moyennes terrasses qui, dans le Nord et l'Ouest de la France, ont à peu près cette hauteur. La régression chelléenne vient en effet après ces moyennes terrasses, et j'ai montré que dans le bassin de la Loire elle est suivie d'un premier niveau vers 15 m., puis d'un second à 6 m. [1]. Nous concevons dès lors les équivalences, non d'après les similitudes simplistes de hauteurs schématisées, mais de la façon suivante :

	Antibes-Nice	Embouchure de la Loire
Sicilien	Rivages de plus de 40 m.	Hautes terrasses de 80 à 50 m.
		Moyen niveau, 30 m.
	Régression chelléenne	
Tyrrhénien	Rivage de 30-35 m.	Bas niveau, 15 m.
	Rivage de 15-18 m.	Très bas niveau, 6 m.
	Régression vers — 30	
Flandrien	Formation récente.	

Nous réservons à des études ultérieures de fixer la part de vérité dans cette hypothèse. Ces considérations, certes, ne simplifient pas l'étude du Quaternaire, dont la théorie des équidistances universelles donnait sans doute une interprétation bien facile. Mais cette théorie est en opposition flagrante avec les différences essentielles des reliefs entre les diverses côtes et les diverses vallées — en particulier de la côte provençale aux côtes bordant le Bassin de Paris, de la vallée du Rhône à celles de la

1. J'ai exposé ces données en diverses publications, notamment en des articles parus en 1930-31 dans la *Revue scientifique* et dans le *Bull. Soc. archéol. Vendômois* ; autres articles à l'impression dans les mêmes périodiques. *CR. Ac. Sc.*, 18 nov. 1935.

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

Seine et surtout de la Loire. Chaque région a possédé, jusqu'à l'époque actuelle, un caractère particulier dont la topographie nous apporte le reflet.

OUVRAGES CONSULTÉS

Depéret et Caziot. Note sur les gisements pliocènes et quaternaires marins des environs de Nice. *B. S. G. F.*, 4-III, p. 321, 1903.

Flick et Pervinquière. Sur les plages soulevées de Monastir et de Sfax (Tunisie). *Id.*, IV, p. 195, 1904.

Gén. de Lamothe. Les dépôts pleistocènes de la presqu'île de Monastir (Tunisie). *Id.*, V, p. 536, 1905.

E. Maury et E. Caziot. Étude géologique de la presqu'île de Saint-Jean. *Id.*, V, p. 581, 1905.

Ch. Depéret. Les anciennes lignes de rivage de la côte française de la Méditerranée. *Id.*, VI, p. 207, 1906.

M. Boule. Les grottes de Grimaldi, 1906-10.

Gén. de Lamothe. Les anciennes lignes de rivage du Sahel d'Alger. *Mém. S. G. F.*, n° 6, 1911. — V. aussi *Bull.* 4-I, p. 297 et XII, p. 343.

M. Gignoux. Les formations marines pliocènes et quaternaires de l'Italie du Sud et de la Sicile, 1913.

E. Maury. Carte géologique au 80.000e : Feuilles 265 (Bastelica), 1913 ; et 267 (Corte), 1924.

M. Gignoux. Sur les formations quaternaires des environs de Biot (Alpes-Maritimes). *An. Un. Grenoble*, XXIX, 1918.

Ch. Depéret. Essai de coordination chronologique des temps quaternaires. *CR. Ac. Sc.*, 166, p. 480, 1918.

P. Fallot. Étude géologique de la Sierra de Majorque, 1922.

G. Denizot. Contributions à l'étude du Quaternaire de France. *B. S. G. F.*, 4-XXIII, p. 384, 1924. — V. aussi *C. R. som.*, 1er déc. 1924.

L. Lutaud. Étude géologique et morphologique de la Provence cristalline, 1924.

M. Gignoux et P. Fallot. Contribution à la connaissance des terrains néogènes et quaternaires marins de la côte méditerranéenne d'Espagne. *XIVe Congr. géol. intern.*, p. 412, 1927.

H. Parent. Sur l'existence en Provence d'une ligne de rivage + 6 m. du Quaternaire récent. *CR. Ac. Sc.*, 188, p. 1050. — V. aussi *B.S. G. F.*, 4-XXVIII, p. 391, 1929.

G. Denizot. Sur un rivage quaternaire de l'île Majorque. *Ass. fr. avanc. Sc.*, LIV, p. 177, 1931.

M. Solignac. Description d'une nouvelle carte géologique de la Tunisie, 1931.

L. Glangeaud. Étude géologique de la région littorale de la Province d'Alger, 1932.

G. Denizot. Monographies géologiques des environs de Marseille, 1934.

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

APPENDICE

OBSERVATIONS SUR LES ALGUES CALCAIRES RÉCOLTÉES DANS LE QUATERNAIRE D'ANTIBES PAR M. G. DENIZOT

PAR **J. Pfender** [1].

Dans l'étude qui précède, sur le Quaternaire moyen de la Méditerranée occidentale, G. Denizot a mentionné des récoltes d'Algues calcaires qu'il a faites en deux points, aux environs d'Antibes : au NW du collège et au Nord de la Gare, ce dernier sans doute un peu plus ancien.

Pour les deux endroits il s'agit d'intercalations dans des graviers et cailloutis, sans apparition du substratum rocheux, pourtant très proche dans le second gisement.

Ayant décrit, en 1924 [2], un grès à Corallines du Quaternaire de Bandol, je constatais sa curieuse localisation en ce seul point de la côte provençale. L'année suivante, G. Denizot recueillait un matériel abondant de la Basse Terrasse d'Antibes, en particulier un poudingue grossier, dont le ciment rappelle le grès de Bandol et dans lequel j'ai recherché les Algues ; bien qu'assez riches en Corallinacées, ces dépôts ne sont pas comparables à la formation de Bandol, quoique sans doute de même âge.

Les récoltes de G. Denizot fournissent néanmoins des renseignements intéressants et s'intègrent au mieux dans ce qui est déjà connu et signalé par Mme P. Lemoine au sujet des Corallinacées du Pliocène et du Quaternaire de Calabre et de Sicile [3], recueillies par M. Gignoux.

1° **Gisement 100 m. au NW du Collège** : terrasse de 14 à 15 m., s'abaissant à 4 m. vers le SE, le cailloutis à débris d'Oursins et Algues étant à 6 m. d'altitude.

Plusieurs préparations dans le ciment d'un cailloutis rougeâtre

1. Note présentée à la séance du 4 mai 1936.

2. J. PFENDER. Sur une formation Quaternaire marine des côtes de Provence. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., t. XXIV, 1924.

3. Mme P. LEMOINE. Contributions à l'étude des Corallinacées fossiles. V. Les Corallinacées du Pliocène et du Quaternaire de Calabre et de Sicile, recueillies par M. Gignoux. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., t. XIX, 1919.

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

n'ont montré que de très petits Foraminifères, Milioles, Rotalines, avec des sections de radioles d'Oursins ; peu ou pas d'Algues, dont les très petits fragments sont trop morcelés ou roulés ; toutefois on y reconnaît quelques débris de *Mesophyllum lichenoides* (Ell.) Phil. ; *Tenarea tortuosa* Esper. qui forme encore les « trottoirs » actuels, tant aux Iles d'Or de Saint-Raphaël qu'à Banyuls ; *Lithophyllum* (*Dermatolithon*) *papillosum* (Zanard.) Foslie, qui vit actuellement encore à Antibes.

En revanche tout un anneau, épais de 8 mm., autour d'un centre creux et qui devait constituer un nodule de 2 à 3 cm. de diamètre, se montre entièrement formé par des thalles superposés, parmi lesquels on reconnaît *Lithothamnium Haucki* Rothpletz, localisé actuellement à la Méditerranée (sauf aussi à Tanger), où il vit, dit Mme Lemoine [1] à Banyuls, Monaco, en Sicile, en Algérie, en Tripolitaine, dans l'Adriatique, comme constituant des *trottoirs* ; — *Lithophyllum decussatum* Ellis et Solander, semblable à celui que Rita Raineri a figuré du littoral actuel de Tripolitaine [2], et qui vit dans la Méditerranée, en Corse, en Sicile, Dalmatie ; mais aussi dans l'Atlantique d'où Mme Lemoine le signale au Portugal, à l'W de l'Irlande, et, dans le Pacifique, aux Galapagos.

Outre ce nodule constitué par des thalles entiers, se trouvent, dans la même préparation, des articles de *Corallina officinalis* Linné, *d'Amphiroa* sp. de Bandol (figurée in Pfender, Bandol, pl. VIII, 3), de *Jania* et de leur commensal habituel *Dermatolithon pustulatum* (Lmx) Foslie. Ici donc seulement, des Corallines, mais on sait qu'elles vivent fréquemment à la partie supérieure des trottoirs, affleurant l'eau, et sur les espèces encroûtantes.

Enfin, un nodule, de 2,5 cm. de diamètre, se montre entièrement constitué par une même Algue : *Lithophyllum racemus* (Lmx) Foslie. En coupe on voit des rameaux rayonnant d'un centre étranger que le thalle entoure complètement. Celui-ci est lisse d'un côté, avec une épaisseur de 7 mm. ; mais ramifié vers le haut du nodule qui devait poser sur le fond, comme le décrit Mme Lemoine (*loc. cit.*, 3, page 573). On ne voit pas d'hypothalle ; mais les courts rameaux, parfois dichotomisés, ont 8 mm. au maximum, dont 4 de croûte et 4 de branches, avec 3 mm. de large.

Si cette espèce a surtout été trouvée peu fructifiée ou pas du

1. Mme P. Lemoine. Danish oceanographical expedition 1908-10. Vol. II, 1915.
2. Rita Raineri. Corallinacee del litorale tripolitano. *Rendic. R. Accad. Lincei*, vol. XXIV, 1920.

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

tout, ici elle porte de nombreux conceptacles, sur les rameaux, mais non arrivés à maturité ; car on les voit à tous les stades, commençant tout petits, puis de différentes tailles, mais n'atteignant que 210 à 260 μ de long, avec 90 à 120 μ de haut. Cependant, outre le port général de la plante, les dimensions des cellules du périthalle correspondent bien à celles que Mme Lemoine a données pour *L. racemus* du Sicilien des environs de Palerme : à Antibes, 12 à 18 μ de haut, allant à 21 et 24, avec 9 à 10,5 de large, allant à 12 et 15 μ, contre 12 à 20 × 7 à 18 au Sicilien et à l'époque actuelle. *L. racemus* est commun actuellement encore dans la Méditerranée : Marseille, Corse, Naples, Sicile, Algérie, Tunisie, Tripolitaine, Adriatique, Grèce (d'après Mme Lemoine). Cette espèce vit, comme les précédentes d'ailleurs, entre 10 et 60 mètres de profondeur.

2° **Gisement au N de la gare d'Antibes** (16 à 12 m. d'altitude).

Dans un poudingue rougeâtre de même aspect que le premier, récolté, celui-ci, en 1934, une coupe a été prélevée dans une croûte mamelonnée avec petites branches très courtes, qui rappelle beaucoup les figures 5 et 8 de la planche III de Mme Lemoine, du Quaternaire de Milazzo ; cette coupe a montré la structure et les dimensions des cellules du périthalle de *Lithothamnium fruticulosum* (Kütz.) Foslie : 6 à 9 μ de large, allant à 12, et 10 à 18 de haut. La croûte doit être jeune, dans l'échantillon d'Antibes, car les rameaux sont moins fructifiés et les conceptacles, peu abondants, y atteignent une moindre taille : 270 × 105 μ seulement, contre 5 à 800 × 150 à 200 μ à Milazzo, où ils abondent extraordinairement.

Cette espèce vit encore sur les côtes de la Méditerranée, mais a aussi une grande extension dans les régions chaudes : Mer Rouge, Golfe de Siam, Malaisie, comme l'indique Mme Lemoine.

Conclusion.

Il résulte de cet examen que dans le poudingue d'Antibes les Algues calcaires appartiennent en majorité aux formations de « trottoirs » qui indiquent une profondeur possible plus grande que celle où dominent les Corallines, comme c'est le cas à Bandol.

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

Quelques observations sur les latérites et les roches ferruginisées de l'Ouest de la colonie du Niger français

par **N. Réformatsky** [1].

L'exposé sommaire ci-après de mes observations personnelles a trait uniquement à la partie ouest de la colonie du Niger fran-

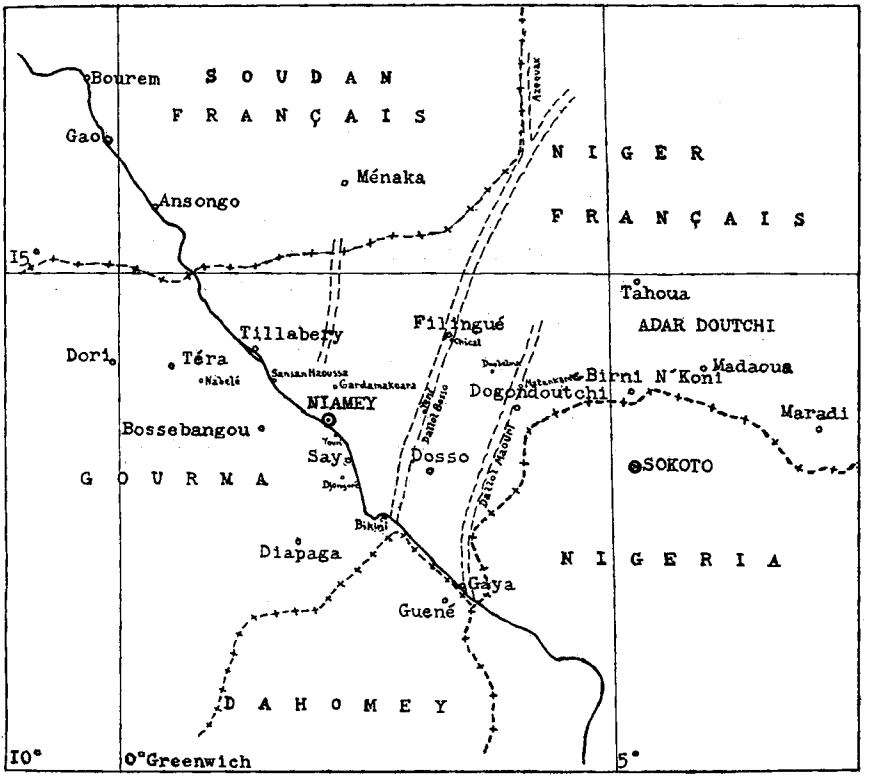


Fig. 1. — Situation géographique de l'Ouest de la Colonie du Niger Français.

çais, et plus précisément aux régions comprises entre 12° et 20° de latitude N et 0° et 7° de longitude E de Greenwich, régions que j'ai eu l'occasion de visiter en 1930-1932 (fig. 1).

1. Note présentée à la séance du 2 décembre 1935.

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

Ces régions étant comprises dans la partie subtropicale de l'Afrique Occidentale Française, la latéritisation des roches y est très développée. Elle s'y est produite d'une façon analogue, mais non identique, à celle qui caractérise les régions voisines, Guinée française par exemple, où les processus de la latéritisation sont connus par les beaux travaux de M. A. Lacroix [1-2]. Généralement on a une tendance à désigner par le terme de *latéritisation* l'ensemble des phénomènes affectant les roches silicatées alumineuses, dans lesquels intervient la production des hydroxydes d'aluminium et de fer et l'élimination des alcalis. Toutefois il peut arriver, et c'est le cas particulier de l'Ouest nigérien, que ce n'est pas de l'hydrate d'alumine cristallisé qui se produit, mais surtout de l'oxyde de fer anhydre ou hydraté. Les roches produites sont néanmoins les résultats de la latéritisation et en cherchant à leur appliquer un nom on est conduit quand même à les appeler des latérites.

J'appellerai donc, en suivant dans cette voie la tendance des géologues africains, *latérite* d'après son aspect extérieur toute roche ayant subi une transformation complète en une masse ferrugineuse rouge ou rouge-brun et où il ne subsiste plus aucun caractère de la roche primitive permettant de lui donner un autre nom définissant plus exactement sa nature. Suivant la quantité plus ou moins grande des pisolites contenus dans cette roche, je l'appellerai *latérite* à *pisolites* ou *limonite pisolitique*, dans le cas d'une roche constituée uniquement par l'accumulation des pisolites. Une définition basée en partie sur la couleur peut évidemment ne pas être toujours juste. Il y a bien des latérites blanches décrites par M. A. Lacroix à Madagascar [3]. Pour ma part, je n'ai jamais observé ces latérites dans l'Ouest nigérien. Désireux non de traiter la question des latérites en général, mais d'exposer seulement quelques caractères généraux des latérites nigériennes, je garde par commodité la définition quelque peu générale donnée ci-dessus. Le terme de *latéritisation* désignera donc l'ensemble des phénomènes qui conduisent à la formation des roches qu'on est forcé, d'après leur aspect extérieur, d'appeler *latérite* ou *limonite pisolitique*.

Le terme de *ferruginisation* correspondra aux phénomènes

1. A. Lacroix. Latérites de la Guinée. *Nouv. Arch. du Muséum d'Hist. Nat.*, 5e série, t. V, 2e fascicule. Paris, 1913.

2. A. Lacroix. Les latérites de Guinée. *CR. des séances de l'Académie des Sciences*, t. 158, p. 835. 23 mars 1914.

3. A. Lacroix. Minéralogie de Madagascar, t. 3, p. 107, Challamel. Paris, 1923.

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

qui conduisent à la production partielle de l'oxyde de fer, bien souvent moins poussée que dans les latérites, la roche originelle restant encore reconnaissable. J'ai eu l'occasion de constater que, dans l'Ouest nigérien, la latéritisation et la ferruginisation ont un certain parallélisme et proviennent des mêmes causes apparentes, tenant sans doute aux conditions climatériques. Il arrive parfois qu'elles se sont produites ensemble, l'une n'excluant pas l'autre.

Dans tous les cas, sous l'action du *weathering* le fer monte vers la surface. Trois cas peuvent se présenter :

1. *Cas de l'imprégnation diffuse.* La roche est plus ou moins fortement ferruginisée, mais reste encore reconnaissable.

Exemple : Grès ferrugineux et schistes ferruginisés.

2. *Cas de la concentration* avec la formation des pisolites.

Exemple : Latérites à pisolites, et surtout les limonites pisolitiques.

3. *Cas de la croûte globale*, réalisé par des latérites franches caverneuses sans pisolites visibles ou presque, parfois avec des enrichissements notables en fer et partiellement en manganèse.

Généralement, presque toutes les roches de l'Ouest nigérien sont plus ou moins altérées, et la latéritisation peut affecter n'importe quelle roche. Cependant, dans la plupart des cas, l'altération des roches éruptives et cristallines évolue généralement dans le sens de la désagrégation et de la kaolinisation et ce sont surtout les roches sédimentaires qui donnent de véritables latérites. Ce fait s'accorde avec les observations de M. V. Pérébaskine au Soudan Oriental français, où il n'a jamais observé de vraies latérites provenant de la transformation des roches cristallines [1].

Dans tous les cas, les latérites formées sont caractérisées par l'absence de gibbsite. La kaolinite et l'halloysite sont par contre très fréquentes. Les alcalis persistent souvent partiellement dans quelques micas conservés. Ce ne sont donc pas tout à fait de vraies latérites, mais plutôt les latérites kaoliniques de la classification de M. A. Lacroix. Dans la plupart des cas elles se rapprochent du type de latérites ferrugineuses de Cyril S. Fox [2].

1. Pérébaskine. Contribution à l'étude géologique du Soudan Oriental. Thèse Université Strasbourg, 1932, p. 75.

2. Cyril S. Fox. Bauxite. 1927. — *Id.* The bauxite and Aluminous Laterite Ocurrences of India. *Memoirs of the Geol. Surv. of. India*, vol. XLIX, part. 1. 1923.

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

Latéritisation des roches sédimentaires.

Les formations sédimentaires sont représentées dans la région visitée :

1. Par des assises gréso-argileuses (Grès du Niger de M. H. Hubert [1]).

Ces formations sont attribuées au Tertiaire (Éocène) [2]. Leur âge exact n'est pas encore établi par suite de l'absence complète de fossiles. Elles sont très largement développées entre le fleuve Niger à l'Ouest et l'Adar Doutchi à l'Est. Assez uniformes dans leur ensemble et sensiblement horizontales, elles présentent parfois des passages latéraux d'une argile à un grès ou inversement.

2. Par des formations calcaires, argileuses et marneuses d'Adar Doutchi, présentant les couches de passage du Crétacé au Tertiaire, et aussi horizontales.

Le processus de la latéritisation des formations gréso-argileuses est sensiblement invariable partout où on l'observe.

En étudiant les affleurements et les coupes naturelles de ces formations, par exemple le long de falaises limitant les vallées de fleuves morts ou « dallols », c'est-à-dire là où ces formations, profondément entaillées par l'érosion, présentent les coupes les plus complètes, on constate que :

1° L'intensité de la latéritisation devient invariablement de plus en plus forte au fur et à mesure qu'on s'élève vers le sommet de la falaise ou de la colline. La couleur des couches, en partant du blanc ou d'un blanc jaune d'un grès ou d'une argile gréseuse de la base, passe vers le sommet à des couleurs bigarrées (rose-rouge-violet-jaune) pour finir par les grès argileux ou argiles gréseuses rouge-bruns et enfin par des formations complètement latéritisées ou ferruginisées de couleur rouge-brun ou rouge-sombre (fig. 2).

2° Le sommet, dans tous les cas, est couvert : soit par une vraie latérite (de par son aspect extérieur) contenant ou non des pisolites, soit par la limonite pisolitique franche, soit par le grès ferrugineux, soit par l'association de deux ou de toutes les trois de ces formations, l'une passant à l'autre latéralement.

Au sommet la différenciation du fer est invariablement le mieux prononcée. Il semble, en général, que les latérites, les latérites à pisolites et les limonites pisolitiques présentent une

1. H. Hubert. Mission scientifique au Dahomey. Paris, 1908, Larose.
2. D'après les études plus récentes le Service Géologique de l'A. O. F. attribue actuellement ces formations au Mio-Pliocène.

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

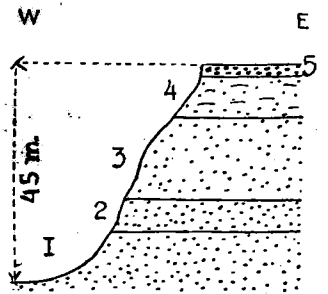


FIG. 2.
Coupe de la falaise limitant le Dallol Bosso à Yeni (cercle de Niamey).

Légende :
1. Grès argileux jaune.
2. » » rose.
3. » » bigarré.
4. » » passant à la latérite.
5. Limonite pisolitique.

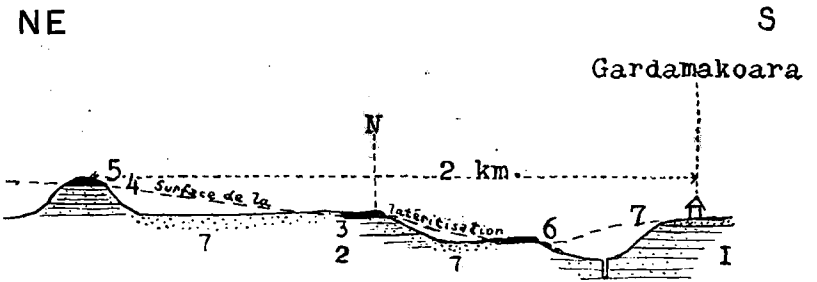


FIG. 4. — Latéritisation en paliers d'escaliers à Gardamakoara (cercle de Niamey).

Légende :
1. Argile sableuse.
2. Grès argileux.
3. Argiles gréseuses.
4. » » latéritisées.
5. Latérite.
6. Latérite et grès ferrugineux.
7. Sables superficiels.

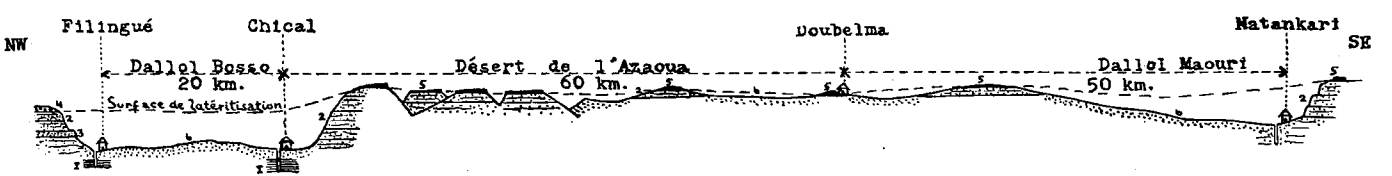


FIG. 3. — Coupe générale de Filingué à Matankari passant par le Dallol Bosso, désert de l'Azaoua et le Dallol Maouri.

Légende :
1. Argile blanche de la base.
2. Série des argiles gréseuses et des grès argileux.
3. Grès micacé de Filingué.
4. Conglomérat ferrugineux.
5. Latérites, limonites pisolitiques et grès ferrugineux.
6. Sables.

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

expression ultime de la latéritisation et les grès ferrugineux celle de la ferruginisation.

3° Si les hauteurs de commandement des falaises ou des collines varient, la surface de la latéritisation épouse, avec une légère atténuation, ces variations ; et à une longue distance peut être inclinée ou courbée. C'est un fait qui montre que la latéritisation n'affecte pas toujours nécessairement une même couche, mais peut se produire aux dépens de n'importe quel niveau pourvu que la nature de celui-ci se prête à cette transformation et qu'il se trouve au sommet d'une colline ou d'un plateau (fig. 3 et 4).

On peut constater d'après cet exposé que le principe général de la latéritisation correspond assez bien à celui décrit par M. A. Lacroix pour les latérites de la Guinée, à savoir : une zone de départ à partir des grès jaunes (transformation en oxyde hydraté) et une zone de concrétion au sommet. Dans son ensemble la latéritisation est assez progressive, mais les couches supérieures de latérite sont toujours bien différenciées et le passage d'une couche, encore reconnaissable comme un grès ou comme une argile, à la latérite, et surtout à la limonite pisolitique, est toujours brusque. La latérite forme souvent, surtout là où elle est le mieux différenciée, des corniches abruptes. Je n'ai jamais observé la latéritisation des pentes ou des éboulis sur les flancs, les blocs éboulés latéritisés provenant toujours des assises supérieures. Toutefois, il arrive que les escarpements vers le haut soient assez latéritisés.

Une observation curieuse c'est sans doute la formation au sommet des falaises ou des collines soit de latérite, soit de limonite pisolitique, soit de grès ferrugineux, soit la coexistence simultanée dans un même niveau de ces deux ou trois termes. Il arrive, par exemple, que la roche est assez riche en même temps en pisolites et en grains de quartz. Je n'eus pas malheureusement la possibilité d'étudier ce phénomène en détails et d'en déterminer scientifiquement la marche et les causes probables.

Il semble *a priori* qu'on puisse expliquer la différenciation de ces trois termes ultimes du *weathering* par la nature minéralogique, physique et chimique différente des niveaux exposés à son action.

a) Une couche argileuse ou gréseuse riche en grains de quartz et pauvre en argile évoluera sous les actions du climat tropical plutôt vers la formation d'une latérite quartzeuse ou d'un grès ferrugineux franc. Plus il y eut de quartz, plus le terme *grès ferrugineux* fut mieux différencié.

b) Un niveau riche en argile et réalisant les conditions physiques

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

et chimiques adéquates évoluera plutôt dans le sens de la formation d'une latérite franche ou de limonite pisolitique. Il reste encore à déterminer quand et pourquoi se forme la latérite ou la limonite pisolitique. La formation de cette dernière est-elle déterminée par l'uniformité plus grande du milieu?

S'il se produit un équilibre entre les conditions jouant pour *a*) et *b*) ou si la composition minéralogique et chimique varie quelque peu latéralement, on aura la production simultanée dans une même couche de la latérite, de limonite pisolitique ou de grès ferrugineux.

Il arrive parfois que les couches latéritisées ou ferruginisées se trouvent intercalées entre les formations gréso-argileuses. Il s'agit de latérites d'âges différents. Ces latérites n'ayant pu être formées qu'à la surface du sol, il faut admettre l'arrêt de la sédimentation et l'existence du régime continental.

On observe parfois dans ces régions des conglomérats quartzeux d'origine fluviatile. Quand ils sont situés sur le sommet d'une colline ou d'un plateau ils sont toujours ferruginisés. Ce phénomène constitue encore un trait de parallélisme entre la latéritisation et la ferruginisation.

Les lames minces faites dans les latérites montrent des pisolites ferrugineux, quartz en grains assez roulés, kaolinite, quelques cristaux de micas, oxydes de fer anhydres ou hydratés. Les limonites pisolitiques présentent des pisolites formés de zones concentriques avec les enrichissements en fer tantôt vers l'extérieur, tantôt vers le centre, parfois quelques grains de quartz, halloysite, micas, zircon. Les pisolites peuvent atteindre parfois le diamètre de 1 cm., 1 cm. 5. Ces grands pisolites sont parfois suffisamment aplatis pour rappeler tout à fait des Nummulites par leur aspect extérieur. Les grès ferrugineux sont constitués par des grains de quartz roulés, moulés par un ciment ferrugineux, débris de micas, etc. On voit qu'on se trouve en face de formation manifestement détritiques, reprises par la latéritisation.

Toutes ces latérites contiennent pas mal de magnétite attirable à l'aimant après la pulvérisation de la roche. Cette magnétite est légèrement titanifère.

En ce qui concerne les formations d'Adar Doutchi, mes données sont incomplètes. On y observe la formation de latérites parfois avec les pisolites très nombreux et remaniés. Ces latérites contiennent parfois un peu de quartz et des sphérolites de minerai de fer. La désagrégation de ces latérites donne sou-

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

vent lieu à l'accumulation dans le fond des vallées de sables ferrifères très riches en magnétite. Les grès ferrugineux sont très fréquents sur les sommets des plateaux et des collines.

Latéritisation des roches éruptives et cristallines.

Ces roches sont surtout développées le long du fleuve Niger et sur sa rive droite appelée Gourma.

Dans la plupart des cas, les modalités de leur altération se rapprochent de celles réalisées sous les climats tempérés, c'est-à-dire que la décomposition s'effectue d'une façon progressive, précédée en général par une désagrégation physique plus ou moins intense. J'ai observé beaucoup plus rarement que dans les régions de roches sédimentaires la formation de véritables latérites.

Bien souvent ces roches possèdent une mince croûte latéritique superficielle de quelques millimètres à 1 cm. d'épaisseur, mais la roche elle-même s'altère dans le sens de la formation d'arènes et d'arkoses (granites et gneiss), dans le sens de la saussiritisation (roches basiques) ou dans le sens de la kaolinisation (toutes les roches contenant les feldspaths).

Deux cas peuvent se présenter dans le mode d'affleurement de ces roches :

1. Les roches éruptives ou cristallines ne sont pas couvertes par des formations gréso-argileuses attribuées au Tertiaire. C'est une règle générale en Gourma.

2. Ces roches sont couvertes par les formations sédimentaires récentes. Cela se produit assez souvent le long de la vallée du fleuve Niger et dans la subdivision de Say.

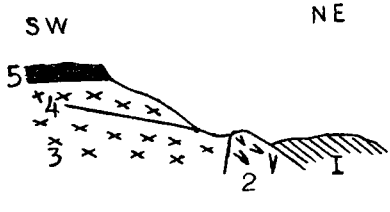


Fig. 5. — Coupe de la colline au SE de Nabolé (subdivision de Téra).

Légende :

1. Schistes amphiboliques.
2. Microgabbro.
3. Roche acide altérée.
4. Filon de pegmatite.
5. Latérite.

Dans le premier cas on observe bien souvent aux sommets des collines, constituées par des granites ou gneiss décomposés ou kaolinisés, des couches parfois assez importantes de latérite. La base des affleurements est constituée, soit par un kaolin plus ou moins pur, soit par un granite ou un gneiss encore reconnaissable. Vers le haut appa-

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

raissent des taches de plus en plus fréquentes de couleur brun-jaune, jaune ou violette et enfin le sommet est couronné par la latérite (fig. 5).

Cette latérite est constituée par un fond ferrugineux, quelques grains de quartz, micas, halloysite. Elle représente le cas de la croûte globale. Il reste à savoir si elle représente les restes d'une couche sédimentaire ou si elle résulte de la transformation de la masse sous-jacente. Je penche personnellement plutôt en faveur de la deuxième hypothèse, malgré que le noyau kaolinique soit excessivement stable. On peut envisager la possibilité de l'intervention de réactions biochimiques [1].

Certains gneiss à amphibole s'altèrent en masses rosâtres portant de petites taches brun-rouges. Ces taches résultent d'après mes observations d'altération d'amphibole et en partie probablement de la biotite.

Parfois les roches éruptives forment des ocres. Vers le sommet de ces affleurements on observe aussi parfois la formation d'un peu de latérite. Je n'ai jamais observé de limonites pisolitiques pour lesquelles on puisse affirmer sans contestation qu'elles se sont produites à partir des roches éruptives.

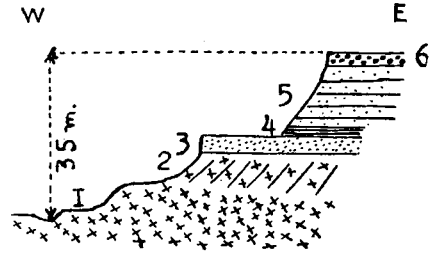


FIG. 6. — Coupe de la colline près du village Djongoré (subdivision de Say).

Légende :

1. Granite altéré.
2. Granite kaolinisé.
3. Limonite pisolitique.
4. Argile blanc-jaunâtre.
5. Argile colorée par l'oxyde de fer.
6. Conglomérat ferrugineux.

Dans le deuxième cas, quand les roches éruptives sont couvertes par des formations sédimentaires, les coupes sont presque toujours identiques, dans le genre de celles des figures ci-contre (fig. 6, 7 et 8).

Dans bien des cas on ne peut pas préciser si la limonite pisolitique a pris naissance à partir de la masse de dessous ou si elle constitue le premier niveau des formations sédimentaires. Toutefois, généralement, c'est la deuxième supposition qui paraît être juste, parce que bien souvent on observe les couches de limonite

1. A. LACROIX. Phénomènes d'altération superficielle des roches silicatées alumineuses des pays tropicaux ; leurs conséquences au point de vue minier. *Publ. du Bur. d'Ét. Géol. et Minières Col.* Paris, 1934.

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

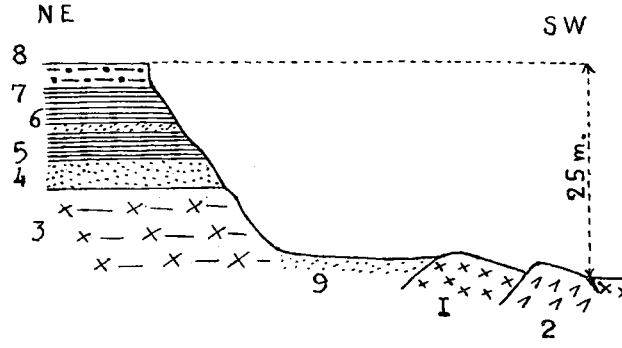


FIG. 7. — Coupe de la falaise à 5 km. NE de Sansan Haoussa (cercle de Tillabery).

Légende :

1. Gneiss à amphibole.
2. Dolérite.
3. Roche acide kaolinisée.
4. Grès tendre ferrugineux.
5. Argile colorée par l'oxyde de fer.
6. Grès grossier ferrugineux.
7. Argile sableuse.
8. Latérite et grès ferrugineux.
9. Sables superficiels.

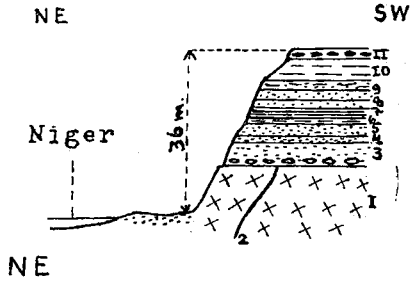


FIG. 8. — Coupe de la falaise côtière en amont et à 1,5 km. de Youri (cercle de Niamey).

Légende :

1. Roche acide kaolinisée, près de 15 m.
2. Filon de quartz.
3. Grès blanc argileux, avec galets anguleux de quartz à la base, 5 à 6 m.
4. Grès jaune brun, contenant les pisolites ferrugineux, 50 cm.
5. Limonite pisolitique, 3 m. 50 à 4 m.
6. Argile gréseuse, 1 m. environ.
7. » » , plus latéritisée. 1 m. environ.
8. Grès fin jaune brun, légèrement argileux, 1 m.
9. Grès bigarré, passant vers le haut à l'argile gréseuse latéritisée, 1 à 2 m.
10. Argiles gréseuses latéritisées, près de 5 m.
11. Argiles latéritisées, avec les galets de quartz, 2 m.
12. Sables et alluvions.

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

pisolitique, absolument uniformes comme composition, couvrant les couches redressées des gneiss dont la nature varie quelque peu. Dans tous les cas pour que ce niveau soit si fortement ferruginisé il faut admettre, à mon avis, l'existence du régime continental. On constate ce fait curieux que là où les formations sédimentaires attribuées au Tertiaire couvrent les roches éruptives ou cristallines, celles-ci sont toujours fortement altérées. Je n'ai jamais observé le Tertiaire couvrir les roches fraîches. M. H. Hubert émet une hypothèse curieuse de la retenue de l'eau superficielle par les couches sédimentaires latéritisées, cette retenue favorisant l'altération des roches du soubassement [1]. Je rappelle que d'après Campbell la transformation en argile se produit exclusivement à la base de la zone de *vadose water*, où domine l'action de l'acide carbonique, alors que son hydrolyse ne serait possible que dans la zone superficielle, riche en oxygène [2].

Je n'ai jamais observé l'intercalation de couches de latérite franche entre les formations éruptivo-cristallines et les formations sédimentaires.

Latéritisation des schistes et des roches schisteuses.

Les schistes ne donnent jamais, à ma connaissance, de véritables latérites, mais subissent par contre bien souvent le phénomène de la ferruginisation avec un enrichissement parfois notable en limonite, hématite, fer oligiste, magnétite. On y est donc en présence du phénomène de l'imprégnation diffuse.

La colonie du Niger possède en Gourma, dans les régions de Téra-Bossebangou, des affleurements de roches fortement altérées, schisteuses, bien curieuses au point de vue de leur origine et pour une quantité desquelles on ne peut pas se prononcer encore définitivement sur leur nature primitive par suite de l'insuffisance d'études faites dans ces régions.

Il y a des roches schisteuses altérées rappelant beaucoup, par leur aspect extérieur, les schistes, et il y en a d'autres qui ont conservé encore assez nettement leur caractère originel de roches basiques plissées, rendues schisteuses et altérées.

Les premières se ferruginisent en s'enrichissant en hématite et limonite ; la latérite des secondes n'a rien de particulier : fond ferrugineux, un peu de kaolinite, quelques grains de quartz.

1. H. Hubert. Ouvrage cité, p. 96.
2. Morrow Campbell. Laterite ; its Structur and Minerals. *Min. Magaz.*, 1917.

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

Latéroïdes.

Dans plusieurs régions, le long du fleuve Niger et sur la rive droite, on observe assez fréquemment le développement superficiel du minerai de manganèse. Il se produit sur les schistes, les quartzites, et même sur les latérites, par métasomatose probablement.

Près de Téra le minerai de manganèse, constitué par la pyrolusite, psilomelane et wad, est développé sur le sommet d'une colline formée elle-même par des gneiss altérés. Les gneiss de la base ne sont pas minéralisés du tout et le minerai se développe comme la latérite vers le sommet par un enrichissement progressif. En haut, la pirolusite affecte bien souvent des formes bulleuses. Il ne s'agit ni de minerai de manganèse filonien, ni de minerai sédimentaire. Il reste à supposer que le processus de la formation de ce minerai est analogue à celui de la formation de la latérite. On peut se demander évidemment pourquoi c'est le minerai de manganèse qui se forme et pas la latérite ordinaire.

Silicification.

Près de Niamey on observe parfois des affleurements de granites kaolinisés traversés par des filonnets de quartz et couronnés par des grès et conglomérats ferrugineux. Ces granites kaolinisés, qui ont conservé cependant tous leurs caractères, portent parfois des mouchetures d'opale dans la roche même. La masse du kaolin n'est pas meuble et tendre, mais compacte et dure. La présence d'opale étant incompatible avec la composition minéralogique primitive des granites, il reste à supposer que ces granites ont été silicifiés postérieurement à la kaolinisation par un processus analogue à celui que signale M. A. Lacroix à Madagascar [1].

La formation de calcédoine est un fait presque exceptionnel et toujours strictement localisé. Je l'ai observé près de Bikini (subdivision de Say).

Latérite filonienne.

Je signale comme une curiosité la production de latérite dans les fentes verticales d'une masse de grès siliceux continentaux à la carrière de Tondibia (environs de Niamey). Elle résulte sans

1. A. Lacroix. Minéralogie de Madagascar. Tome 3.

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

Analyses chimiques de quelques échantillons,
faites au laboratoire du Service des Mines de l'Afrique Occidentale française,

par M. Rose.

Nature	Provenance	SiO^2	Fe^2O^3	Al^2O^3	TiO^2	Mn^3O^4	Pertes	Total
1. Grès argileux.....	Formation gréso-argileuses	87,90	1,26	7,59	—	traces	7,22	99,73
2. Grès ferrugineux.....	id.	86,10	2,01	8,54	—	—	3,42	100,07
3. id.	id.	65,50	8,56	18,24	—	traces	7,22	99,52
4. Latérite.....	id.	25,70	Fe met : 39,82	8,41	0,08	0,05	9,01	83,07
5. id.	id.	27,50	24,78	20,27	0,56	0,56	11,07	84,74
6. Limonite pisolitique..	id.	4,88	52,54	6,93	traces	traces	0,07	64,42

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

doute de l'apport de matières étrangères par le vent et le ruissellement superficiel. Il se peut même qu'elle y ait été apportée déjà sous la forme de latérite et qu'elle y aït subi un tassement et un durcissement.

Les latérites alluvionnaires.

Elles ne présentent rien de particulier et n'ont pas pour cette étude d'intérêt direct. Elles sont surtout fréquentes dans les vallées.

Conclusion.

Ayant essayé d'apporter ici quelques contributions à l'étude des latérites, une des questions peut-être des plus complexes qui se posent pour la pétrographie, chimie et physico-chimie et qui est encore loin d'être complètement élucidée, j'ai exposé les résultats d'observations strictement personnelles. Il ne m'a pas été malheureusement possible de faire analyser en détails les échantillons. Je joins néanmoins quelques résultats des analyses qui ont été faites. On constatera facilement que le pourcentage en Fe^2O^3 et en Al^2O^3 a augmenté dans les grès ferrugineux par rapport au grès argileux ordinaire des formations gréso-argileuses. Les latérites 4 et 5 représentent les types des latérites exploitées par les indigènes de la région pour l'extraction du fer.

La modalité de la latéritisation des roches de l'Ouest nigérien semble suivre les lois générales admises, avec la particularité caractéristique que constitue l'absence de gibbsite. Cependant les roches formées sont quand même des latérites, comme résultant du *weathering* et parce qu'on ne peut pas leur appliquer un autre nom définissant plus exactement leur nature.

Le climat actuel un peu trop sec de ces régions n'étant pas tout à fait compatible avec la formation des latérites, il faut les considérer comme ayant été formées dans un temps plus ou moins reculé où les conditions climatériques étaient différentes. La présence fréquente des limonites pisolitiques juste à la base des formations sédimentaires couvrant en Gourma les roches éruptives et cristallines et qu'on peut attribuer sans trop se tromper, malgré l'absence de fossiles, au commencement ou au milieu du Tertiaire, force à admettre que ces conditions favorables ont été réalisées encore au commencement ou au milieu de ce Tertiaire.

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

Une des conditions nécessaires à la formation de la latérite étant la porosité primitive des roches, les latérites se sont surtout développées dans les régions où cette condition se trouva pleinement réalisée, c'est-à-dire dans les régions occupées par des formations sédimentaires poreuses. Il ne m'a pas été possible d'établir une différence tout à fait nette entre une latérite *sensu stricto* provenant des roches sédimentaires et une latérite provenant des roches éruptives.

Il semble que généralement les limonites pisolitiques résultent de la transformation des roches sédimentaires.

On observe un certain parallélisme entre la latéritisation et la ferruginisation. Ces deux phénomènes sont déterminés chaque fois par la nature minéralogique de la roche et sa composition adéquate.

Dans bien des cas les grès ferrugineux peuvent être regardés comme des latérites ferrugineuses, la cause de la ferruginisation dans ce cas étant la même que celle de la formation des latérites. C'est encore l'opinion de C. Fox [1].

L'oxyde de fer montant toujours à la surface dans l'Ouest nigérien, les roches sédimentaires réalisent les cas de l'imprégnation diffuse, de la concentration avec la formation des pisolites et de la croûte globale. Les roches éruptives et cristallines réalisent soit la croûte globale, et dans ce cas on ne peut pas préciser tout à fait exactement si ce sont elles qui l'ont donné, soit l'imprégnation diffuse, réalisée quand ces roches sont fortement altérées. Les roches schisteuses et redressées, comme il en est accidentellement des quartzites, réalisent uniquement l'imprégnation diffuse.

Ces concentrations de minerai de fer superficiel sont très importantes au point de vue pratique ; elles permettent aux indigènes d'extraire le fer nécessaire pour leurs besoins. Certaines de ces concentrations peuvent même être intéressantes pour une exploitation européenne.

Il résulte de ce qui a été exposé que ces concentrations, et par conséquent les exploitations indigènes, se trouvent surtout dans les régions où il y a des formations gréso-argileuses.

1. C. Fox. Ouvrage cité.

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

Les Brachiopodes du Bathonien des Monts d'Eraines (Calvados)

par **A. Bigot**[1].

Planches XXV et XXVI.

Les Monts d'Eraines (130 et 157 m.) sont une butte témoin de couches bathoniennes, allongée du Nord-Est au Sud-Ouest, formant relief relatif au-dessus de la plaine de Falaise. Leur constitution géologique a été décrite par Eugène Deslongchamps qui en a donné la coupe (6), complétée par celle qui est figurée ici (fig. 1).

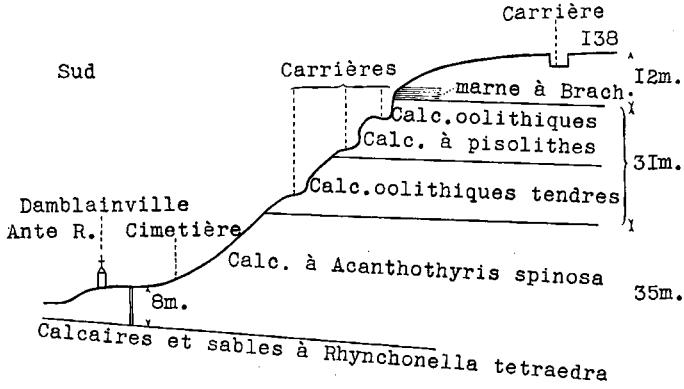


Fig. 1. — Coupe de Damblainville aux Monts d'Eraines.

Les calcaires blancs, fins, à *Acanthothyris spinosa* de Damblainville reposent sur le Lias sableux et calcaréo-gréseux à *Rhynchonella tetraedra* et *Terebratula indentata*. Ces calcaires qui continuent les Calcaires de Caen, Quilly et Aubigny (Bathonien inférieur) sont épais d'environ 35 mètres.

Ils sont recouverts par 30 m. de calcaires blancs, tendres, formés exclusivement de fines oolithes, avec intercalations de calcaires pisolithiques. Ces calcaires ont été exploités dans plusieurs carrières sur le revers sud des Monts d'Eraines, au-dessus

1. Note présentée à la séance du 16 décembre 1935.

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

de Damblainville et de Ménil Soleil. Ils ont été excavés pour construire la butte du champ de tir à l'Ouest de Ménil Soleil. Ces calcaires sont à peu près dépourvus de fossiles. Je n'y ai recueilli que 3 *Echinobrissus clunicularis* dans l'excavation de la butte du champ de tir.

Le sommet de ces calcaires oolithiques est exploité dans une petite carrière au bord du chemin allant de l'église de Damblainville à la cote 138, à une douzaine de mètres au-dessous de la surface du plateau. Dans cette carrière, les calcaires oolithiques deviennent un peu jaunâtres; ils sont durcis, compacts, sur une épaisseur d'une cinquantaine de centimètres. La surface supérieure est aplanie, nivelée; elle porte de petites Huîtres adhérentes; elle est perforée de trous de lithodomes et de trous de vers.

La partie supérieure de cette carrière est formée par une couche de marne grisâtre, tendre, visible sur une quarantaine de centimètres, qui repose sur la surface perforée. Cette marne contient de nombreux Brachiopodes, surtout des Rhynchonelles ; j'en ai donné une liste provisoire (2). Les autres fossiles sont rares, mal conservés, sans intérêt. Les recherches n'ont pas fourni de Céphalopodes.

Le sommet du plateau est formé par des calcaires blonds et blancs, qui ont été exploités dans une carrière abandonnée et embroussaillée. Les calcaires de cette carrière sont gélifs et se débitent en plaquettes. Des infiltrations de silice, suivant la stratification, ont partiellement silicifié ces calcaires. La surface du plateau est jonchée de cailloux plats de silex blonds, isolés par la destruction de leur gangue calcaire. Eugène Deslongchamps a attribué avec raison la conservation du relief des Monts d'Eraines à l'existence de cette carapace protectrice des couches silicifiées.

On n'a signalé dans ces couches supérieures silicifiées que des empreintes de Fougères (9) et une Astérie (4), trouvées au début du XIXe siècle par Vauquelin.

Les deux éditions de la Carte géologique (7) ont adopté l'opinion de E. Deslongchamps (6, p. 267), qui plaçait les calcaires à silex au niveau des calcaires de Ranville.

C'est l'étude des Brachiopodes de la marne grise qui fait l'objet principal de la présente note.

*
* *

La détermination des Térébratulidés de la marne de Damblainville n'offre pas de difficultés. Il en est autrement pour les Rhyn-

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

chonelles, qui forment la plus grande partie de mes récoltes. Le matériel dont j'ai disposé pour leur étude comprenait une centaine d'échantillons. On distingue, à première vue, deux formes extrêmes, l'une plus ou moins globuleuse, l'autre plus ou moins trilobée. Entre ces deux types extrêmes se placent un grand nombre d'intermédiaires si nuancés que la valeur spécifique de chacun d'eux apparaissait très douteuse. J'ai dû comparer ces formes à celles, si abondantes dans le Bathonien de Normandie, qui devraient être réparties entre les genres créés par S. Buckman (3).

Au cours de cette étude s'est imposée la comparaison de la forme trilobée de Damblainville avec les variétés de la *Rhynchonella Boueti* Davidson, espèce du Bradfordien supérieur de Ranville, dont M. Louis Guillaume (8-2) a montré l'importance stratigraphique en Normandie et qui est également abondante dans le Forest Marble du Dorset (1).

Genre *Goniorhynchia* S. Buckman et *Rhynchonella Boueti* Davidson.

A ma connaissance, les seules figurations de la *Rh. Boueti* sont celles de Davidson (5, 1 — 5, 2). La figure qui accompagne la description originale de 1852 rend bien la forme nettement trilobée, la forte saillie du bourrelet médian, pincé, c'est-à-dire limité par des flancs abrupts, les côtes fortes et tranchantes, caractères habituels des formes typiques normandes. Cependant, la forme générale, si elle a été représentée exactement, est assez différente de celle des échantillons de Normandie. Mais cette espèce présente de nombreuses variétés, considérées par Buckman comme des espèces différentes qu'il était nécessaire de séparer[1].

J'ai donc profité de l'étude comparative avec les Rhynchonelles des Monts d'Eraines pour décrire et figurer un certain nombre de ces *variétés* de *Rh. Boueti*.

1. Quenstedt, dans l'*Atlas d. Brachiopoden*, a figuré pl. 38, fig. 6, dans le nom de *Terebratula Varians gigas* un échantillon de la Grande oolithe de Ranville qui est très vraisemblablement une *Rhynchonella Boueti*. Dans son *Catalogue des Spirobranches celto-souabes* (*Mém. Soc. Pal. Suisse*, t. XLII, 1917, p. 150), Rollier a donné à cette espèce de Quenstedt le nom de *Rh. normandica*. M. Louis Guillaume a déjà signalé l'identité de la *Rh. normandica* Rollier avec la *Rh. Boueti*. — Parmi les échantillons figurés par M. Lissajous dans son *Étude de la Faune du Bathonien des environs de Mâcon*, p. 212, pl. XXXIII, celui de la figure 3 rappelle *Rh. Boueti*, mais il est beaucoup plus renflé qu'aucun des échantillons de Normandie, ce qui rend son profil très différent.

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

Genre *Goniorhynchia* S. Buckman.

Ce genre a été créé par S. Buckman en 1918 dans son Mémoire sur les Brachiopodes des Namyau beds (3, p. 52).

Le génotype est une forme du Forest-Marble de Eype, Bridport, Dorset. S. Buckman l'a séparée de la *Rh. Boueti* Davidson à cause de son pli médian moins élevé, de sa taille plus petite et lui a donné le nom de *Goniorhynchia goniæa* (3, p. 229, pl. XVIII, fig. 22). — Le choix de cette forme comme génotype est regrettable ; il eût été facile de choisir une des nombreuses formes qu'on recueille dans le « *Boueti* bed » de Langton, d'où provient un des types figurés par Davidson (5, 1, pl. XXVI, fig. 5). Parmi ces formes il y en a d'identiques à celles du Bathonien de Normandie, c'est-à-dire très distinctement trilobées, à côtes très accusées et qui sont bien caractérisées par leurs caractères extérieurs.

Quoi qu'il en soit, les caractères extérieurs ou internes de la *Rh. Boueti* typique sont bien ceux de la diagnose du genre qui est transcrite ci-après. Je ne trouve de différences que dans la forme du foramen, qui est plutôt elliptique ou ovalaire que circulaire et dans la disposition des empreintes ovariennes dorsales.

« *Crochet petit, subdressé, foramen circulaire, bordé, plaques deltidiales étroites, soudées, — distinctement trilobé, — plaques dentales rapprochées, parallèles, — région musculaire ventrale en éventail. — Septum dorsal assez faible. — Empreintes musculaires dorsales formant une large figure triangulaire. — Système vasculaire avec un nombre de canaux plutôt faible. — Empreintes ovariennes mamillées sur le moule, occupant une large surface des valves, se divisant sur la valve dorsale en deux lobes séparés par le septum.* »

Goniorhynchia Boueti (Davidson) 1852.

1852. *Rhynchonella Boueti* Davidson, *Ann. and Mag. of Nat. Hist.*, sér. 2, vol. 9, 1852 (avril), p. 249-267, pl. XIII, fig. 4, 5, 5 *a*.
1887. *Rhynchonella Boueti* Davidson, Supp. to the Brit. and Liass, Brach., p. 197, pl. XXVI, fig. 15-16 (*Pal. Soc.*, vol. XLI).

Néotype (*Topotype*). Forme triangulaire, arrondie aux angles latéraux, à peu près aussi longue que large, assez bombée, à contour épais. Foramen ovalaire, bordé. Plaques deltidiales unies. Valve dorsale divisée transversalement en trois parties, dont la médiane forme graduellement, en approchant du bord frontal, un fort bourrelet pincé (c'est-à-dire à parois latérales abruptes) qui occupe un peu plus

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

du tiers de la largeur de la valve. Valve ventrale moins profonde que la valve dorsale, creusée d'un sillon plus large que le bourrelet dorsal. Région frontale épaisse, convexe vers la valve dorsale (*everted*) rendue sinueuse par la saillie du bourrelet médian de la valve dorsale et par le sinus de la valve ventrale. Surface des valves ornée de 30 côtes simples, dont la section est arrondie à leur origine et qui deviennent rapidement anguleuses et tranchantes. Sur le bord frontal ces côtes s'engrènent par des dents très aiguës, surtout sous le bourrelet médian. Ce bourrelet porte de fortes côtes et l'amorce, de chaque côté, d'une côte rudimentaire accolée à sa voisine du bourrelet.

Dimensions (en millimètres) : longueur : 27; — largeur : 28 ; épaisseur au niveau du bourrelet médian : 20 ; — épaisseur en dehors du bourrelet : 11 ; — saillie du bourrelet : 9 ; — largeur du bourrelet au front : 12.

Les caractères intérieurs, d'après les moules internes[1] sont ceux du genre, mais les empreintes ovariennes, sur les moules examinés, ne sont pas séparées en deux lobes par le septum.

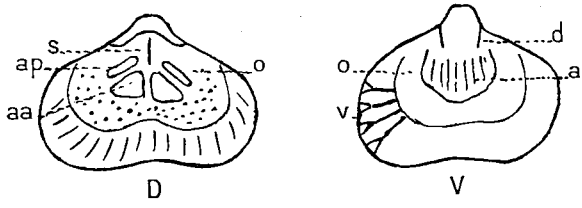


FIG. 2 et 3. — Moules internes de la valve dorsale D et de la valve ventrale V. — Empreintes des adducteurs antérieurs *aa* et postérieurs *ap* sur la valve dorsale ; — *a*, id. des adducteurs sur la valve ventrale ; — *d*, plaques dentales ; — *o*, impressions ovariennes ; — *s*, septum ; — *v*, sinus vasculaires.

Variétés. — J'ai eu à ma disposition environ 300 échantillons provenant de la Collection Deslongchamps, de la Collection Mazetier et de mes récoltes personnelles à Ranville, Amfréville et dans divers gisements de la région au Nord de Caen.

On peut séparer un certain nombre de variétés dont je n'ai retenu que les principales ; elles se distinguent par des changements dans la forme générale, le nombre total des côtes sur la valve dorsale[2] et le nombre de celles qui se trouvent sur le bourrelet. Ordinairement, les côtes du bourrelet sont égales et aussi fortes

1. Obtenus par la méthode employée par S. Buckman, c'est-à-dire en faisant disparaître à la brosse le test d'échantillons calcinés au rouge et trempés dans l'eau.

2. Total, c'est-à-dire comprenant les petites côtes des flancs, ce qui fausse l'interprétation de l'aspect de la valve dorsale.

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

que celles des autres régions de la valve dorsale ; mais elles sont parfois accompagnées latéralement de une ou deux côtes rudimentaires, qui n'arrivent pas jusqu'à la surface supérieure du bourrelet.

Davidson indique que dans les échantillons de Ranville le nombre total des côtes est d'une trentaine, et que celui des côtes du bourrelet varierait de 3 à 5. Dans les échantillons d'Angleterre, le nombre des côtes du bourrelet varierait de 4 à 7.

Sur 202 échantillons bien trilobés et à lobe médian pincé venant des gisements du Calvados le nombre des côtes sur le lobe médian se répartit ainsi :

2 côtes : 1 fois	5 côtes : 63 fois.
3 côtes : 38 fois	6 côtes : 14 fois.
4 côtes : 86 fois	

Les variations portent aussi sur l'épaisseur de la coquille, la saillie du bourrelet. La valeur de ces différences résulte de la comparaison des figures qui accompagnent celles du néotype et aussi de l'examen du tableau des diverses mesures ; elle ne justifie pas la création d'espèces distinctes.

Tableau 1. — ***Goniorhynchia Boueti*** (Davidson)
(Dimensions en millimètres).

Échantillon	Largeur	Longueur	Épaisseur		Saillie du bourrelet	Largeur du bourrelet au front	Nombre de côtes	
			sur le bourrelet	en dehors et contre le bourrelet			Total	sur le bourrelet
C	25	21	15	11	4	11	28	4
D	28	23	16	9	7	13	30	6
E	25	22	12	8	4	10	34	6
F	25	23	17	12	5	10	30	3 + 2 rudim.
H	24	22	16	10	6	10	36	5 + 1 rudim.
K	24	23	17	11	6	10	28	4
L	24	22	15	11	4	9	26	4
N	28	27	20	11	9	12	30	4 *Néotype*
O	24	22	16	11	5	10	28	4 + 2 rudim.
P	24	23	17	12	5	11	26	4 + 1 rudim.

J'ai figuré une forme qui se trouve plus rarement avec *Rhynchonella Boueti* et qui est assez différente pour être une espèce distincte de celle-ci.

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

Elle se distingue par la forme d'apparence plus triangulaire bien que la largeur soit à peu près égale à la longueur, par la saillie un peu plus prononcée du crochet qui est légèrement incurvé, par la saillie beaucoup moins accusée du lobe médian de la valve dorsale qui porte 6 côtes (dont une rudimentaire), par le peu de profondeur du sinus de la valve ventrale. Le bord frontal est épais ; les courbes sont peu accusées, par suite du peu de saillie du lobe dorsal et du peu de profondeur du sinus ventral.

Une seconde forme rappelle par la figure de son contour certaines variétés de la *Rhynchonella Boueti*, mais le crochet est nettement incurvé vers la valve dorsale, dont le bourrelet très peu accusé et mal délimité porte 5 côtes ; le sinus de la valve ventrale est court et peu profond. Le bord frontal est peu épais, ses courbes sont peu accusées, par suite du peu de saillie du lobe dorsal et du peu de profondeur du sinus de la valve ventrale :

Tableau 2 (Dimensions en millimètres).

Échantillons	Largeur	Longueur	Épaisseur		Saillie du bourrelet
			au bourrelet	en dehors et contre le bourrelet	
A	29	29	18	16	2
B	24	25	18	16	2

La *Rhynchonella Boueti*, malgré ses variations, est une des espèces les mieux caractérisées du Bathonien. L'intérêt qui s'attache à cette espèce est encore accru par son importance stratigraphique. Eugène Deslongchamps (6, p. 147) dit qu'elle se trouve exclusivement dans le niveau inférieur de la Caillasse de Ranville. M. Louis Guillaume (8-2) qui a précisé la position de cette zone a cité l'espèce dans de nombreuses localités du Calvados et aussi dans l'Orne et dans la Sarthe. En Angleterre, le « Boueti bed », épais seulement de 1 pied, est un horizon du Forest marble de la côte du Dorset (cf. W. J. Arkell, 1, p. 251). Un des échantillons figurés par Davidson vient de Langton. Au promontoire de Herbury, près de cette localité, la couche affleure sur la plage ; les échantillons de *Rhynchonella Boueti* peuvent être recueillis par centaines ; ils sont accompagnés d'*Ornithella*

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

digona. Comme dans les gisements de Normandie, les valves sont souvent couvertes de Bryozoaires, de petites Huîtres, de Serpules, ce qui indique un dépôt lent. La couche à *G. Boueti* est également signalée à Burton Bradstock.

*
* *

L'important matériel de Brachiopodes recueilli dans la marne d'Eraines ne comprend, parmi les Térébratulidés, aucune des espèces qui sont abondantes dans le Bradfordien supérieur du Calvados et de l'Orne : *Zeilleria digona*, *Terebratula circumdata*, *Dictyothyris coarctata*, *Eudesia flabellum*. Il n'a été recueilli qu'un seul échantillon d'*Eudesia cardium*. La *Terebratula intermedia* auct. est représentée par une vingtaine d'individus, dont la biplication est très accusée, et parmi lesquels plusieurs ont une forme étroite, allongée, fortement biplissée, que je n'ai pas rencontrée ailleurs. *Zeilleria Ranvilliana* Eugène Deslongchamps (Pal. Fr. Terr. jurass. Brach. 1885, p. 426, pl. 120) est représentée par une douzaine d'échantillons, qui se distinguent de ceux de Ranville par la forme plus régulièrement bombée de leurs valves, leur bord frontal arrondi (et non tronqué, brusquement) la profondeur plus accusée des sillons des valves dorsale et ventrale, caractère qui accentue la disposition bilobée du lobe frontal.

L'espèce est signalée par E. E. Deslongchamps dans l'Oolithe miliaire de Villedieu-les-Bailleul (Orne). Il y a une trentaine d'années j'en ai recueilli 14 échantillons dans les calcaires graveleux inférieurs aux bancs marneux à Polypiers de la tranchée du chemin de fer de Paris, sur le territoire de la commune de Mondeville, avec les espèces suivantes : *Zeilleria ornithocephala*, *Terebratula circumdata*, *Eudesia cardium*, *Dictyothyris Michaelis*, *Rhynchonella phaseolina*.

Rhynchonella arenæmontis nov. sp.

A. Forme trilobée.

Holotype (pl. XXVI, fig. 1) : Forme ovale triangulaire, d'aspect faussement transverse, mais presque aussi large que longue, à bords latéraux arrondis, trilobée, peu épaisse. Foramen ovalaire, marginé, remontant jusqu'au-dessous du crochet. Plaques deltidiales unies. Valve dorsale avec un bourrelet médian qui commence vers la moitié postérieure (cardinale) de la valve et s'accentue vers le bord frontal,

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

où il est fortement en relief. Valve ventrale moins profonde que la valve dorsale, creusée d'un sinus plus large et plus long que le bourrelet de la valve dorsale. Bord frontal tronqué, assez épais, rendu sinueux par la saillie du bourrelet médian de la valve dorsale et le sinus de la valve ventrale. Surface des valves avec 28 côtes simples dont la section est arrondie à leur origine vers la ligne cardinale, puis devient anguleuse vers le bord frontal. Sur le bord frontal, les côtes s'engrènent par des dents très aiguës surtout sous le bourrelet médian. Ce bourrelet, à flancs non abrupts, porte 6 côtes, dont les deux latérales, accolées à leur voisine du bourrelet, sont moins saillantes que les côtes médianes.

Dimensions (en millimètres) : Longueur : 19 ; — largeur : 21 ; — épaisseur en dehors du bourrelet : 10 ; — saillie du bourrelet au front : 4 ; — largeur du bourrelet au front : 9.

B. **Forme globuleuse.**

Holotype (pl. XXVI, fig. 8) : Forme triangulaire, subglobuleuse, épaisse, aussi large que longue, à angles latéraux arrondis. Crochet acuminé, légèrement incurvé. Foramen ovalaire, remontant au-dessus du sommet du crochet. Plaques deltidiales unies. Valve dorsale très fortement renflée, avec, au voisinage immédiat de la région frontale, un bourrelet à peine surélevé. Valve ventrale beaucoup moins profonde que la valve dorsale, creusée au voisinage du bord frontal d'un sinus à peine plus accusé que le relief du bourrelet. Bord frontal tronqué, épais. Surface de la valve dorsale ornée de 26 côtes simples, dont la section est arrondie à leur origine vers la ligne cardinale, puis devient anguleuse vers le bord frontal. Sur ce bord frontal, la commissure forme une ligne légèrement convexe vers la face dorsale (type *everted*) à peine brisée au niveau du bourrelet médian. Sur ce bord frontal les côtes s'engrènent par des dents très aiguës. Le bourrelet médian porte 6 côtes, à peine plus fortes que les côtes voisines.

Dimensions (en millimètres) : Longueur : 19 ; — largeur : 19 ; — épaisseur au bourrelet : 17 ; — largeur du bourrelet au front : 11.

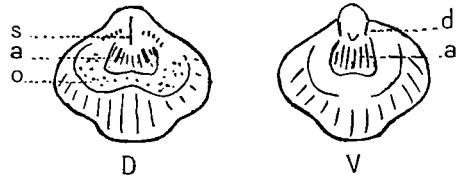


FIG. 4. — Moules internes des valves dorsales D et ventrales V. *a*, empreintes des adducteurs ; — *d*, plaques dentales ; — *o*, impressions ovariennes ; — *s*, septum dorsal.

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

Caractères internes. — Les plaques dentales sont rapprochées, parallèles. L'empreinte musculaire ventrale est en éventail. Le septum dorsal est assez faible ; les empreintes musculaires dorsales forment une région triangulaire, dont la plus grande partie est occupée par les muscles antérieurs, triangulaires ; les muscles postérieurs sont très étroits ; ils suivent le côté extérieur du muscle postérieur, dont ils sont séparés par un sillon. Les empreintes ovariennes dorsales sont mamillées ; elles occupent une large surface au pourtour de la zone musculaire.

Ces caractères sont ceux de la forme globuleuse comme de la forme trilobée, mais chez celle-ci, le triangle des impressions musculaires dorsales s'allonge et s'élargit.

Je ne vois pas de différences notables entre ces caractères intérieurs de la *Rh. arenæmontis* et ceux de la *Rh. Boueti.*

A première vue, les deux formes A et B paraissent aussi différentes qu'il soit possible, mais elles sont reliées par de si nombreux intermédiaires que je ne crois pas qu'on puisse en faire des espèces distinctes. La transition de la forme trilobée à la forme globuleuse se fait par l'épaississement progressif de la coquille, provenant surtout de la saillie moins accusée du bourrelet médian, ainsi qu'il résulte du tableau ci-contre qui donne les dimensions d'une série d'échantillons et aussi des figures de plusieurs d'entre eux.

Les variations dans le nombre total des côtes sont peu importantes. Dans les formes trilobées la disposition en éventail de ces côtes est plus accusée que dans les formes globuleuses, mais cette différence provient du bombement de la valve dorsale dans ces dernières.

La forme trilobée de *Rh. arenæmontis* ressemble à la *Rh. Boueti*, cependant le contour latéral de la première est plus régulièrement arrondi. Le nombre total des côtes est un peu plus élevé dans *Rh. Boueti* (26 à 36) que dans *Rh. arenæmontis* (22 à 30). — Le nombre des côtes du bourrelet varie entre 2 et 6 chez les *Rh. Boueti*, avec prédominance des nombres 4 et 5 ; chez *Rh. arenæmontis* il n'est jamais inférieur à 4, ni supérieur à 7, avec prédominance des nombres 5 et 6. Les côtes médianes du bourrelet sont parfois flanquées extérieurement par une ou deux côtes rudimentaires.

En général le lobe médian est moins long, moins élevé et n'est pas pincé comme celui de *Rh. Boueti.*

La comparaison de la forme globuleuse avec de nombreuses espèces analogues du Bathonien est beaucoup plus difficile.

L'étude de ces formes globuleuses, groupées dans les listes et

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

Tableau 3. — ***Rh. arenæmontis*** (Dimensions en millimètres).

Échantillon	Largeur	Longueur	Épaisseur		Larg. du bourrelet au front	Nombre de côtes	
			sur le bourrelet	en dehors et contre le bourrelet		total	sur le bourrelet
OO (Holotype 3-lobé)	21	19	14	10	9	28	6
l	19	18	(bourrelet mutilé)			28	7
T	18	17	12	7	9	22	6
V	19	18	13	8	10	24	6 dont 1 rudim.
SS	20	18	13	10	9	24	4
S	19	19	14	10	12	22	7
M	21	19	17	12	9	26	5
Z	18	18	14	11	8	26	6
Y	19	18	14	9	11	26	6 dont 1 rudim.
L	19	18	14	10	12	30	7
X	19	17	12	10	9	30	6
HH	19	18	14	11	9	28	6
J	17	17	12	10	8	22	5
Q	21	20	16	11	11	24	5
AA	20	18	17	14	10	24	6
R	19	19	14	11	10	28	6
P	19	21	17	14	9	24	5 dont 2 rudim.
N (holotype globuleux)	19	19	17	15	11	26	6
K (subcuboïde sénile)	21	21	20	20	17	27	5

les collections sous les noms de *concinna*, *Hopkinsi* demande une révision qui n'est pas facilitée par la création des genres de S. Buckman et surtout par l'établissement de nombreuses espèces nouvelles qu'il a sommairement décrites dans son Mémoire sur les Namyau beds.

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

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1. Arkell W. J. — The Jurassic System in Great Britain, Oxford, 1933.
2. Bigot A. — Brachiopodes du Bathonien des Monts d'Eraines, *Bull. Soc. Lin. Norm.*, 8e s., t. 7, 1935, pp. 54-55.
3. Buckman S. — The Brachiopoda of the Namyau beds, Northern Shan States Burma, *Pal. of India*, new series, vol. III, Mém. n° 2, 1918.
4. De Caumont. — Sur une Astérie fossile découverte par M. le baron de Vauquelin d'Ailly, *Mém. Soc. Lin. Norm.*, année 1928, pp. 406-409, pl. 8.
5-1. Davidson. — Supplement to British and Liassic Brachiopoda, vol. IV, 1887, *Pal. Soc.*, vol. XLI.
5-2. Davidson. *Ann. and Mag. of Nat. Hist.*, série 2, vol. 9, 1852, p. 6 (tir. à part) pl. XIII, fig. 4, 5, 5a.
6. Deslongchamps Eugène. — Études sur les étages inférieurs du Jurassique de Normandie, *Mém. Soc. Lin. Norm.*, t. XIV, 1864.
7. Falaise feuille de —, de la Carte géologique détaillée de la France, 1re édition, 1891, par L. Lecorun ; — 2e édition, 1916, par A. Bigot.
8-1. Guillaume Louis. — Observations sur le Bathonien moyen et supérieur de la région au N et à l'E de Caen, *C. R. Som. S.G.F.*, 1927, p. 123.
8-2. Guillaume Louis. — Observations sur la zone à *Rhynchonella Boueti* Dav. à la base du Bathonien supérieur de Normandie, *C. R. Somm. S.G.F.*, 1927, p. 213.
9. Vauquelin (Baron de). — Sur des Fougères fossiles découvertes dans le calcaire oolitique du Mont d'Eraines près de Falaise, *Mém. Soc. Lin. Norm.*, année 1928, pp. 402-405.

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

EXPLICATION DES PLANCHES XXV ET XXVI

PLANCHE XXV

Rhynchonella (Goniorhynchia) Boueti DAVIDSON.

Fig. 1, 1 *a*, 1 *b*, 1 *c*. — Échantillon E. Ranville.
Fig. 2, 2 *a*, 2 *b*, 2 *c*. — Échantillon N. TOPOTYPE. Ranville.
Fig. 4. — Jeune, vue dorsale. Ranville.
Fig. 5. — Vue frontale. Ranville.
Fig. 6, 6 *c*. — Amfréville (coll. Mazetier).
Fig. 7, 7 *a*, 7 *b*, 7 *c*. — Échantillon avec côtes nombreuses et serrées.
Fig. 8, 8 *a*. — Individu jeune avec 3 plis sur le bourrelet. Ranville.
Fig. 9. — Individu gérontique. Ranville, carrière Givel. Collection du Laboratoire de Géologie de Caen (Réc. A. Bigot).
Fig. 10 et 11. — Moules internes montrant sur la face dorsale les empreintes musculaires et ovariennes.
Fig. 12. — Moule interne montrant sur la face ventrale les empreintes musculaires et ovariennes et les sinus vasculaires bifurqués du manteau.

Rhynchonella sp. ?

Fig. 3 et 3 *a*. — Amfréville, carrières de l'Ecarde. Collection du Laboratoire de Géologie de Caen (Réc. A. Bigot).

Tous les échantillons sont figurés en grandeur naturelle. — Sauf indication contraire ils font partie de la Collection Deslongchamps.

PLANCHE XXVI

Rhynchonella arenæmontis A. BIGOT.

Fig. 1, 1 *a*, 1 *b*, 1 *c*. — Forme trilobée, HOLOTYPE (Éch. OO).
Fig. 2, 2 *a*, 2 *b*, 2 *c*. — Échantillon plus renflé (Éch. M).
Fig. 3, 3 *a*, 3 *b*. — Échantillon plus déprimé (Éch. T).
Fig. 4 et 5. — Vues par le bord frontal d'un échantillon P de la variété globuleuse (fig. 4) et d'une variété H de la forme trilobée (fig. 5).
Fig. 6 et 6 *a*. — Variété à côtes serrées de la forme globuleuse (Éch. L).
Fig. 7 et 7 a. — Individu gérontique de la forme globuleuse (Éch. K).
Fig. 8, 8 *a*, 8 *b*, 8 *c*. — Forme globuleuse (HOLOTYPE) (Éch. Q).
Fig. 9. — Vue dorsale d'une variété de la forme globuleuse (Éch. J).
Fig. 10. — Vue frontale d'un échantillon de la forme globuleuse (Éch. AA).
Fig. 11 et 14. — Moules internes de la valve dorsale, montrant les impressions musculaires et ovariennes.
Fig. 12 et 13. — Moules internes de la valve ventrale, montrant les impressions musculaires et ovariennes.

Zeilleria Ranvilliana EUG. DESLONGCHAMPS.

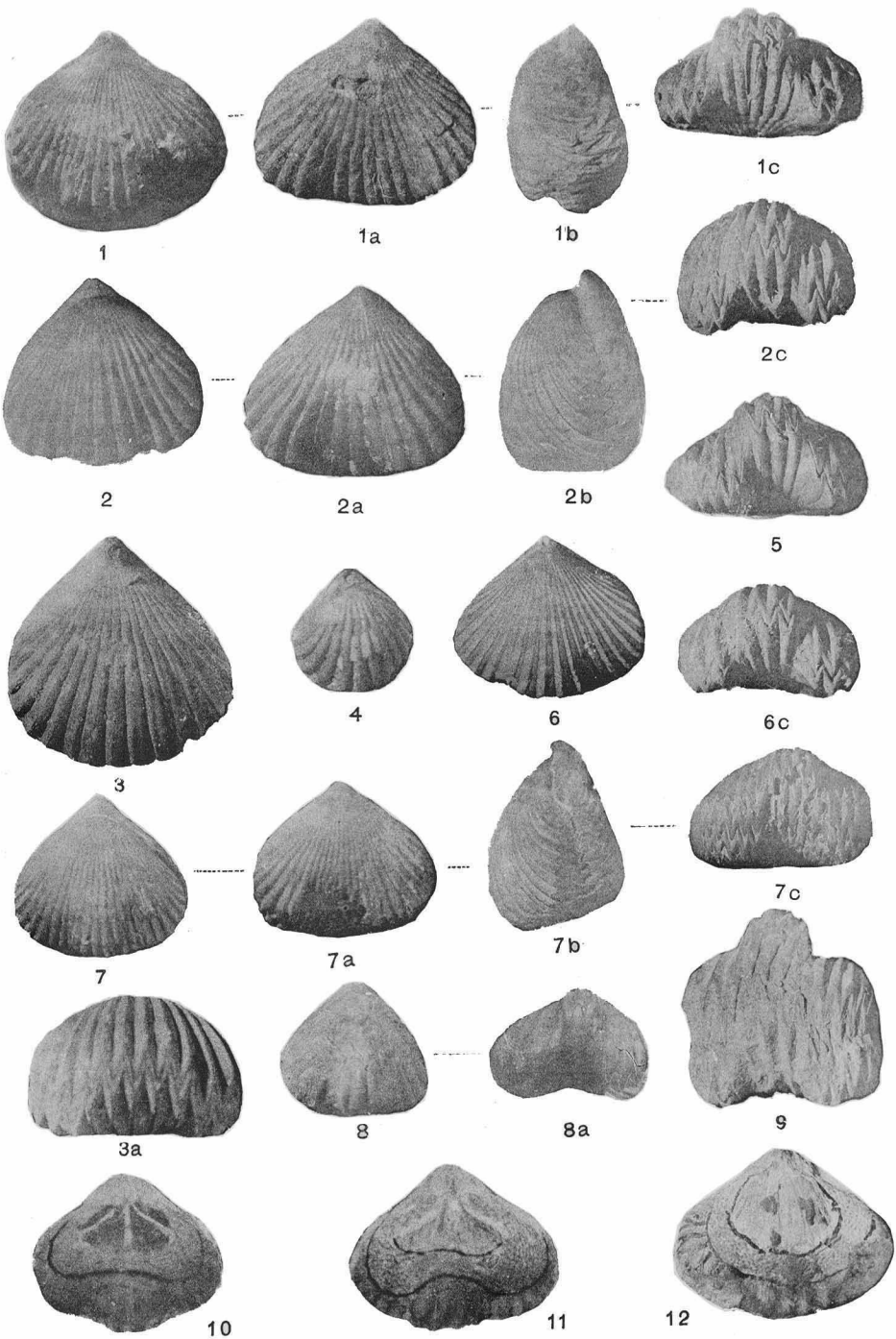
Fig. 15. — Échantillon de forme courte, vu du côté dorsal.
Fig. 16. — Échantillon de forme allongée, vu du côté ventral.

Terebratula intermedia auct.

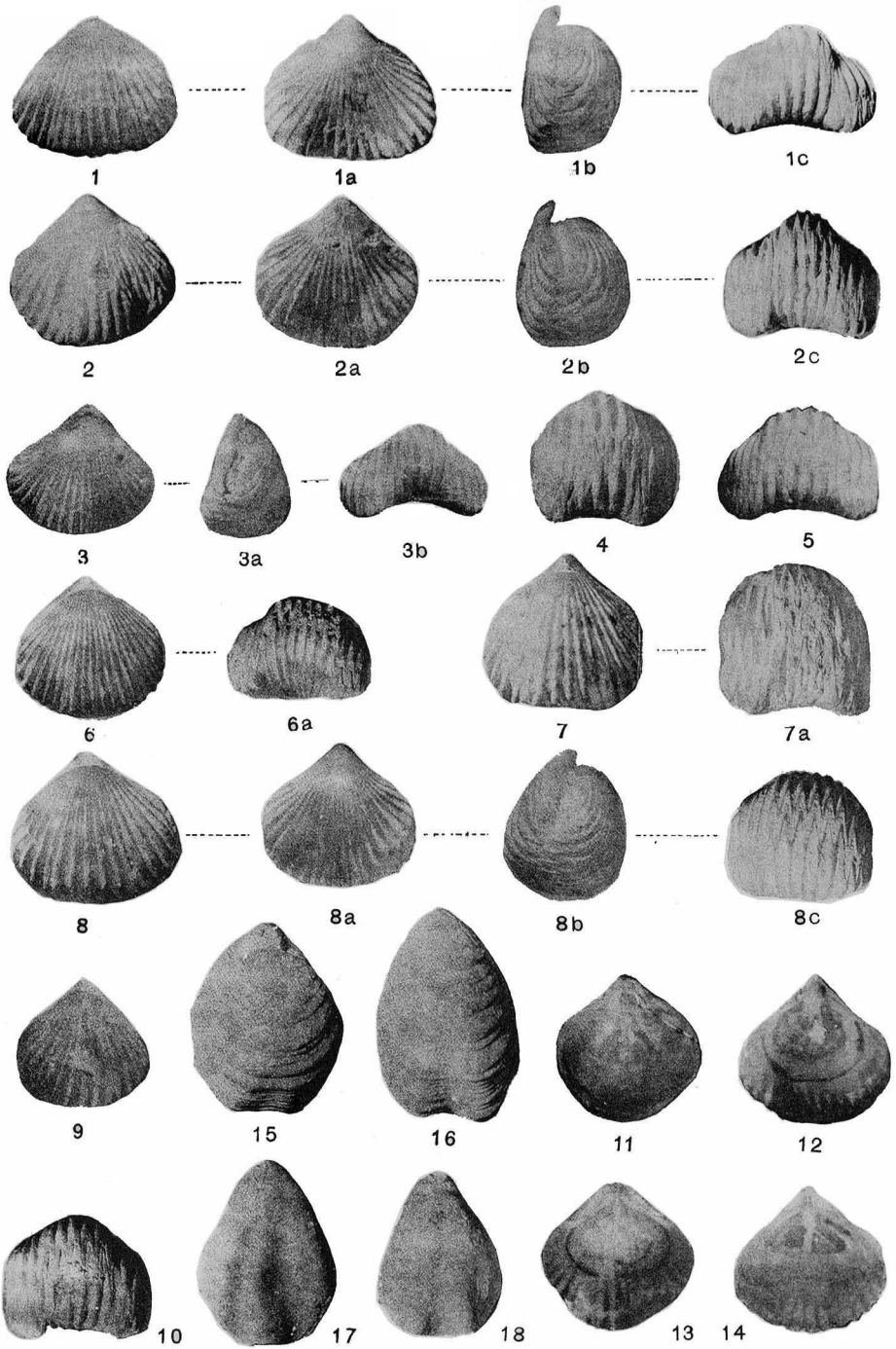
Fig. 17. — Échantillon vu du côté ventral.
Fig. 18. — Autre échantillon vu du côté dorsal.

Tous les échantillons sont figurés en grandeur naturelle. Ils proviennent du Bradfordien supérieur des Monts d'Eraines de Damblainville (Calvados) et font partie de la Collection Deslongchamps (Réc. A. Bigot).

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



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

Rhinochelys Amaberti, Nouvelle espèce de Tortue marine du Vraconien de la Fauge, près du Villard-de-Lans (Isère).

par **Léon Moret**[1].

Planches XXVII et XXVIII.

Le crâne de Tortue que je me propose de décrire ici a été découvert en 1930 par le Dr N. Amabert dans les grès verts du célèbre gisement du vallon de la Fauge, situé dans le Vercors, à quelques km. au S-E du Villard-de-Lans. Notre confrère en avait commencé l'étude sur nos indications et reconnu que ce crâne devait vraisemblablement être rapporté au genre *Rhinochelys*, Tortue dont les représentants sont assez fréquents dans les sables glauconieux de Cambridge, au même niveau. Malheureusement, la mort l'a surpris avant même qu'il ait pu commencer la description de cette belle pièce et c'est ainsi que j'ai été amené à l'étudier à mon tour et que je la dédie aujourd'hui à la mémoire de celui qui fut un des familiers du Laboratoire de Géologie de Grenoble.

L'âge des couches fossilifères de la Fauge est nettement établi par la présence de *Stoliczkaia dispar*, Ammonite caractéristique de la zone la plus élevée de l'Albien (Vraconien). Ce riche gisement a fourni d'ailleurs, outre de nombreux Céphalopodes et Oursins, des Rudistes (*Durania*), une grosse pince de Crustacé (*Enoploclytia*) et des restes de Vertébrés parmi lesquels des épines de Poissons, des débris d'os et des vertèbres de Reptiles, un fragment de carapace de Tortue[2] et le magnifique crâne, objet de la présente étude.

C'est, à ma connaissance du moins, le premier crâne de Tortue crétacée trouvé en France, car le seul gisement crétacé de notre

1. Note présentée à la séance du 16 décembre 1935.

2. La pince de Crustacé et la carapace de Tortue ont été recueillies en 1935 par MM. Renz et Bruckner, qui ont bien voulu nous les confier. Sur les Rudistes de ce gisement, on consultera : L. Moret : *C.R. som. S.G.F.*, 22 juin 1925 et *Trav. Lab. Géol. Grenoble*, t. XVIII. Une révision complète de la faune de la Fauge est en cours d'exécution par M. M. Breistroffer. On remarquera que tous ces fossiles de la Fauge se retrouvent dans le « Cambridge greensand » au même niveau. Les crânes de Tortues actuelles, utilisés pour cette étude, m'ont été communiqués par M. le Professeur Léger ainsi que par MM. les Conservateurs C. Gaillard et V. Piraud des Musées d'Histoire Naturelle de Lyon et de Grenoble. Je les remercie vivement de leur obligeance.

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

pays, celui du Danien de la Valdonne, n'a fourni que des carapaces de Tortues paludines[1].

Description du crâne de *Rhinochelys Amaberti* *nov. sp.*
(pl. XXVII et pl. XXVIII, fig, 3 ; et fig. 1, 3 et fig. 2, 1).

Crâne de forme ogivale, de 50 mm. de longueur, sur 43 mm. de largeur à la base, formé par un assemblage de pièces osseuses très finement vermiculées à la surface. Il est légèrement aplati (mais cet aplatissement a du être beaucoup exagéré au cours de la fossilisation par déformation mécanique) et terminé à la partie antérieure par un bec osseux proéminent dont la courbure est peu prononcée. Il est d'ailleurs possible que cette forme à peu près rectiligne de la partie antérieure du bec soit due à l'usure.

Seule la partie supérieure du crâne est bien visible, la face inférieure est engagée dans la gangue gréseuse et même a dû disparaître partiellement. La mandibule est inconnue.

Les sutures craniennes ne sont pas toujours très nettes et indiquent que l'on a affaire à un individu adulte.

Les ouvertures nasales (N) sont relativement larges et de forme ovale, transversalement. Les orbites sont grandes et latérales (orb.).

Les pariétaux (p) sont bien développés et assez larges. Les frontaux (f) sont courts, larges et ornés en leur milieu d'un sillon très net qui, se raccordant avec le sillon de la plaque frontale symétrique, dessine une sorte de V. Ce sillon, qui ne doit pas être confondu avec une suture, est la trace d'insertion d'un organe de protection ou écusson.

Les pariétaux et les frontaux déterminent une grande voûte pariéto-frontale caractéristique ; ils sont soudés aux post-frontaux, également très développés (pf), par une suture flexueuse bien marquée qui aboutit à peu près vers le milieu du bord supérieur des orbites.

Il existe des os nasaux distincts (n), petits et triangulaires, se reliant sur la ligne médiane. Les préfrontaux (prf) sont difficiles à séparer des frontaux car les sutures sont mal visibles, mais tout indique, que de chaque côté, la suture devait passer à 2 mm. environ au-dessous du sillon de l'écusson et parallèlement à lui,

1. Le plus récent ouvrage d'ensemble sur les Chéloniens est la thèse de F. M. Bergounioux, Contribution à l'étude paléontologique des Chéloniens : Chéloniens fossiles du Bassin d'Aquitaine (*Mém. S.G.F.*, mém. n° 25, 1935). On y trouvera des renseignements intéressants sur la structure et la classification des Tortues, l'origine et l'évolution du groupe.

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

pour aboutir à peu près au voisinage de l'angle supérieur des nasaux.

La présence de plaques nasales nettes implique donc la séparation des préfrontaux à ce niveau ; ceux-ci étant séparés au-

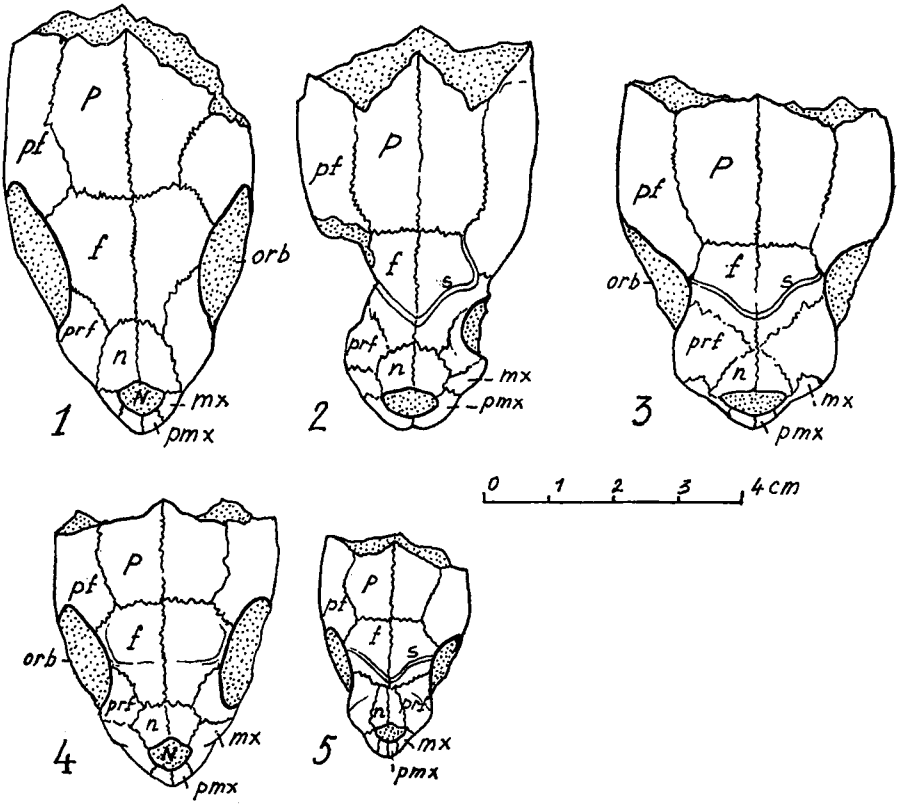


FIG. 1. — Crânes de *Rhinochelys*, vus par le haut.

1, *R. elegans* LYD. ; 2, *R. pulchriceps* OWEN sp. ; 3, *R. Amaberti nov. sp.* ; 4, *R. cantabrigiensis* LYD. ; 5, *R. Jessoni* LYD.
1, 4, 5, d'après Lydekker ; 2, d'après Owen.

p, pariétaux ; f, frontaux ; pf, post-frontaux ; prf, préfrontaux ; n, nasaux ; mx, maxillaires ; pmx, prémaxillaires ; s, sillon des écussons ; orb, orbites ; N, ouverture nasale.
Les grisés indiquent la gangue.

dessus des nasaux par les os frontaux qui viennent au contact le long de la ligne médiane.

Les maxillaires (mx) sont très développés vers le haut, de chaque côté de l'orifice nasal où ils présentent un sillon, suivi d'un renflement en « moustaches ». Ils sont soudés aux nasaux

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

et aux préfrontaux qui n'interviennent donc pas dans la constitution de cet orifice. Prémaxillaires (pmx) bien visibles. Les jugaux (j) (fig. 2), bien individualisés, séparent les maxillaires des préfontaux et entrent, avec ces derniers ainsi qu'avec les préfrontaux, dans la constitution des orbites.

Le grand intérêt de notre crâne, c'est qu'il montre, en assez

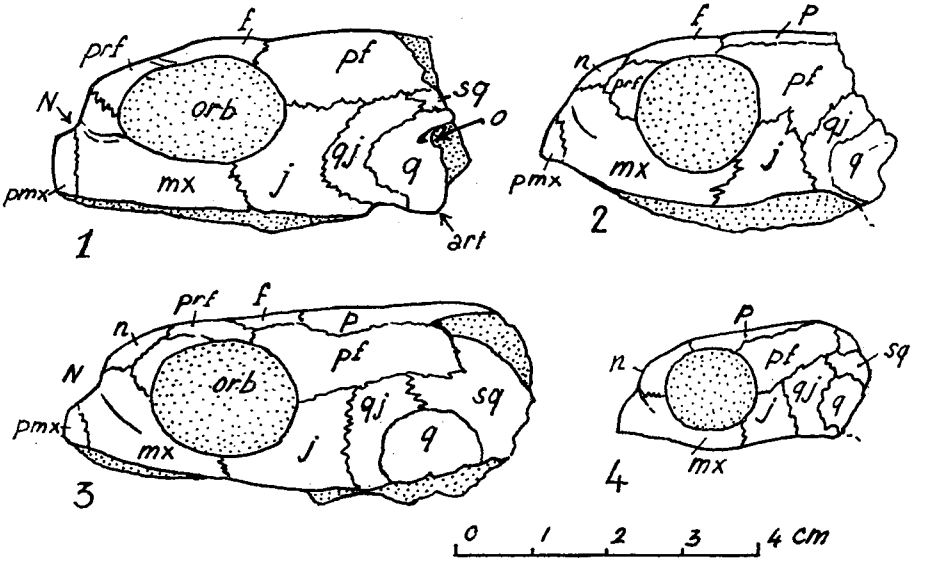


FIG. 2. — Crânes de *Rhinochelys*, vus latéralement.
1, *R. Amaberti* nov. sp. 2, *R. cantabrigiensis* LYD. ; 3. *R. pulchriceps* OWEN sp. ; 4, *R. Jessoni* LYD.
2 et 4, d'après Lydekker ; 3, d'après Owen (fig. retournée).
p, pariétaux ; f, frontaux ; pf, post-frontaux ; prf, préfrontaux ; n, nasaux ; mx, maxillaires ; pmx, prémaxillaires ; j, jugal ; qj, quadrato-jugal ; q, carré ; sq, squamosal ; o, orifice columellaire et encoche postérieure du carré ; orb, orbites ; N, encoche nasale ; art, apophyse articulaire du carré.
Les grisés indiquent les parties occupées par la gangue.

bon état de conservation, la région tympanique. L'anneau tympanique est formé par le quadrato-jugal (qj) et le squamosal (sq), mais, brisé à sa partie postérieure, on ne peut voir si ce dernier se prolongeait par derrière le post-frontal vers le pariétal.

Le carré (q) occupe le fond de la fosse tympanique ; il a la forme d'un cornet ouvert à la partie postérieure où il présente une encoche nette (o). A sa partie inférieure, il se prolonge pour donner une apophyse quadrangulaire qui porte vers le bas une petite cupule destinée à l'articulation de la mandibule (art.). Au fond du cornet, formé par le carré, est un petit orifice (o), par

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

lequel devait passer la columelle osseuse qui, chez tous les Chéloniens actuels vient s'appuyer sur la membrane du tympan, tendue sur l'anneau tympanique.

L'anneau tympanique n'est donc pas, sur notre crâne, fermé à sa partie postérieure par le carré.

Description du fragment de carapace.

Ce fragment qu'il est malheureusement impossible de dégager complètement, est apparu à l'intérieur d'un des nodules calcarifères qui abondent dans les grès verts où a été recueilli le crâne précédent. Il a 12 cm. 5 environ dans sa plus grande longueur et 11 cm. dans sa plus grande largeur. Le nodule s'est clivé au niveau de l'os plat, dont l'épaisseur est de 3 mm. environ (fig. 2 *bis*).

De forme générale ovale, notre fragment se montre ployé lon-

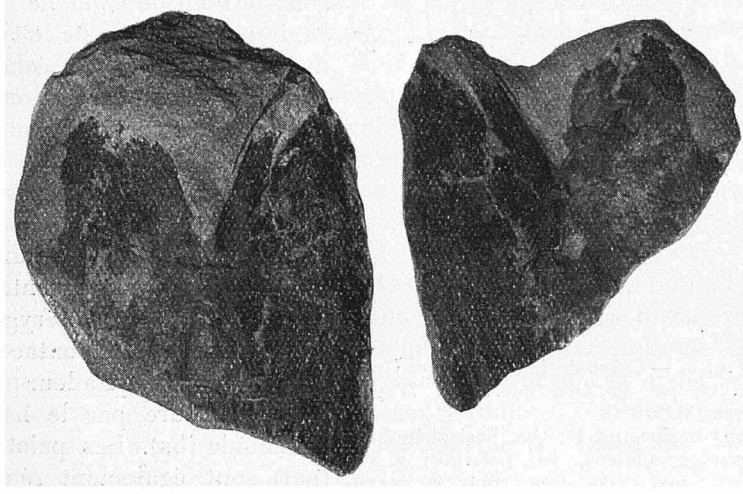


Fig. 2 *bis*. — Nodule des grès verts vraconiens de la Fauge, clivé au niveau d'un fragment de carapace de Tortue. Réd. un peu plus de 1/2.

gitudinalement en dos d'âne dans sa partie moyenne, il présente en outre une encoche aiguë et profonde à une de ses extrémités. D'après la forme rayonnée des trabécules osseux, il semble probable que ce fragment de carapace est constitué par cinq pièces : une médiane, la pièce en dos d'âne et deux pièces latérales symétriques. Tout ce que l'on en peut dire, c'est qu'il rappelle certaines pièces qui forment la carapace de Tortues actuelles et des fragments de pièces marginales de *Chelone* figurés par Owen

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

(*loc. cit.*) dans son grand travail sur les Reptiles des grès verts d'Angleterre.

RAPPORTS ET DIFFÉRENCES.

Tel que nous venons de le décrire, notre crâne de la Fauge s'apparente indiscutablement à ceux du genre *Rhinochelys* de l'Albien supérieur (zone à *S. dispar*=Vraconien) de Cambridge, dont plusieurs espèces ont été décrites et figurées par R. Lydekker[1] en 1889. Ces espèces anglaises ne sont d'ailleurs connues, elles aussi, que par des crânes très bien conservés.

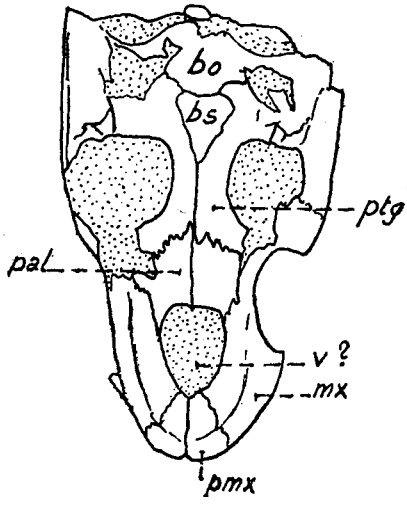


FIG. 3. — Crâne de *R. pulchriceps* OWEN sp., vu par sa face inférieure. D'après Owen.
bo, basioccipital ; bs, basisphénoïde ; ptg, ptérygoïdiens ; pal, palatins ; v, vomer ? ; mx, maxillaires ; pmx, prémaxillaires. Les grisés indiquent la gangue.

Le genre *Rhinochelys* a été introduit par H. G. Seeley[2] en 1869 pour un crâne des grès verts de Cambridge figuré et parfaitement décrit par Owen[3] en 1851, sous le nom de *Chelone pulchriceps*, et qui reste le type de l'espèce. Le bel échantillon figuré par Owen montre non seulement la partie supérieure de la boîte osseuse, qui rappelle la nôtre, mais aussi sa partie inférieure, non visible sur notre échantillon et dont voici les traits essentiels (fig. 3) : Les os ptérygoïdiens (ptg) sont en contact et ne sont séparés qu'à leur partie postérieure par le basisphénoïde (bs). Les palatins (pal) sont également réunis sur la ligne médiane, mais la gangue empêche de voir s'ils sont, dans leur partie antérieure, séparés par le vomer (v?)[4].

1. R. LYDEKKER. On remains of Eocene and Mesozoic Chelonia and a tooth (?) of Ornithopsis (*The Quaterly Journal of the Soc. Geol. of London*, vol. 45, 1889, pp. 227-246, pl. VIII).

2. H. G. SEELEY. Index to Aves, etc., in Cambridge Museum, 1869, p. 25 et 33.

3. R. OWEN. Monograph on the Fossil Reptilia of the Cretaceous formations, (*Pal. Society*, London, 1851, p. 8-9, pl. VII, fig. 1, 2, 3).

4. Chez les Tortues actuelles, les ptérygoïdiens sont entièrement ou en partie séparés par le basisphénoïde, de même que les palatins sont totalement ou en

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

Quant à la face supérieure du crâne (fig. 1, *2* et fig. 2, *3*), la figure d'Owen montre que les fosses temporales sont entièrement recouvertes. Les post-frontaux s'articulent avec les pariétaux par une longue suture. Tendance du squamosal à rejoindre le pariétal voisin. L'anneau tympanique n'est pas visible en entier, mais semble être en grande partie ossifié; le quadrato-jugal et le squamosal entrent donc dans la constitution de cet anneau. Le carré n'est également visible qu'en partie.

Dans son étude sommaire, Seeley avait été amené à créer pour les nombreux crânes de Tortues du Greensand de Cambridge, un grand nombre d'espèces. N'ayant jamais été décrites en détail, celles-ci ont été révisées et réduites par Lydekker (*loc. cit.*), qui utilisa en outre de nouveaux matériaux, à six seulement [1].

C'est de *Rhinochelys Jessoni* Lyd. (Lydekker, pl. VIII, fig. 6, 6*a*, 6*b*) que notre crâne de la Fauge se rapproche le plus, bien que ce dernier soit presque deux fois plus grand quc le crâne anglais. Il en possède, en effet (fig. 1 et 2), la forme ogivale : les maxillaires très proéminents en « moustache » ; le profond sillon (écusson) des frontaux. Mais il s'en différencie par les rapports qui existent entre les nasaux et les préfrontaux : ces derniers, très vastes chez l'espèce anglaise, se rejoignent au niveau de la ligne médiane et entrent pour une petite part dans la formation des orifices nasaux, chose qui n'apparaît pas sur notre échantillon. Le bec de *R. Jessoni* est aussi plus oblique, plus crochu que celui de *R. Amaberti*.

De *R. pulchriceps* (Owen, pl. VII. fig. 1, 2, 3 ; Lydekker, pl. VIII, fig. 1 et 1*a*), notre crâne s'éloigne par sa forme plus ramassée, moins prognathe, bien que cette espèce présente également des écussons frontaux très accusés et que la disposition des os nasaux et préfrontaux (les préfrontaux n'atteignent pas l'ouverture nasale) y soient assez voisine (v. notre fig. 1, *2*, d'après Owen).

Notre échantillon s'éloigne encore davantage de *R. brachyrhina* (Lydekker, pl. VIII, fig. 3 et 3*a*) qui possède des os nasaux très réduits en hauteur et de forme rectangulaire, une ouverture nasale très grande en regard de la petite taille du crâne et dans laquelle les préfrontaux entrent pour une grande part.

partie séparés par le vomer (en particulier chez les Pleurodires de la famille des Chélydés).

1. Il existe au Museum d'Histoire Naturelle de Paris deux petits crânes de Tortues provenant des grès verts de Cambridge et étiquetés *Chelone pulchriceps*, ainsi que de nombreux autres débris d'ossements, en particulier des mandibules, rappelant par leur forme générale celles décrites par Owen et Lydekker.

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

La forme générale de la tête chez *R. macrorhina* (Lydekker, pl. VIII, fig. 7) est très différente de celle de *R. Amaberti* par son allure bombée; de plus, les os nasaux de l'espèce anglaise sont très développés dans le sens antéro-postérieur, les prémaxillaires sont plus profonds, moins saillants et le bec fait une saillie plus grande.

La plus grande des espèces décrites par Lydekker est *R. elegans* (Lydekker, pl. VIII, fig. 4), dont la longueur du crâne atteint 65 mm. sur une largeur maxima de 38 mm. (v. fig. 1 et 2).

Cette espèce s'éloigne donc immédiatement de la nôtre par sa forme plus allongée, puisque le crâne de la Fauge, qui n'atteint en longueur que 50 cm., possède une largeur de 43 cm. contre 30 cm. 8 à l'espèce anglaise. Cette espèce ressemble d'ailleurs beaucoup à *R. macrorhina*, bien que ses nasaux soient plus larges, ses prémaxillaires plus profonds et son bec plus bombé encore. Les sutures entre nasaux et préfrontaux y sont, comme chez notre échantillon, peu distinctes.

Enfin, le crâne de *R. cantabrigiensis* (Lyddeker, pl. VIII, fig. 2, 2*a*, 2 *b*), rappelle notre échantillon par sa forme en ogive ramassée et par la structure de sa région auditive, ouverte postérieurement (v. fig. 1 et 2). Mais il en diffère par la forme et les dimensions des pièces osseuses du crâne (nasales quadrangulaires) et l'absence de sillons (écussons).

En résumé, dans notre crâne de la Fauge, se manifestent des caractères qui se retrouvent dans la plupart des espèces de Seeley, sans que l'on puisse le rattacher nettement à aucune d'elles. C'est pourquoi nous proposons d'en faire une espèce nouvelle sous le nom de *Rhinochelys Amaberti*.

Extension du genre *Rhinochelys*.

En Angleterre, ce genre n'a été rencontré que dans la région de Cambridge, depuis l'Albien supérieur (Vraconien), jusque dans le Cénomanien supérieur (Chalk marl). Mais il y est représenté par de nombreuses espèces et de nombreux individus.

En France il n'est connu que par le crâne du Vraconien de la Fauge, près Grenoble.

L'histoire de ce phylum ne nous est donc révélée que pendant un intervalle de temps très court.

C'est presque toujours dans des formations gréseuses, glauconieuses marines, que se rencontrent ces Tortues; elles y sont

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

d'ailleurs associées à des faunes d'Invertébrés très littoraux (Rudistes).

Il faut en conclure que, comme beaucoup de Tortues marines actuelles, elles devaient vivre dans des zones assez rapprochées des côtes, sur lesquelles elles venaient peut-être s'ébattre.

Réalité et affinités du genre *Rhinochelys*.

Ce genre ne nous est donc connu que par des crânes, contrairement à la grande majorité des autres Tortues fossiles dont seules les carapaces ont été conservées jusqu'à nous.

Mais il est possible que les fragments de carapace qui ont été trouvés associés à ces crânes dans les mêmes gisements, tant en Angleterre qu'en France, puissent leur appartenir ; mais nous n'en sommes pas certains.

Quoi qu'il en soit, il existe indiscutablement un *air de famille* entre tous les crânes dont nous venons de parler et nous ne pensons pas, comme le suggère Lydekker à propos de *R. Jessoni* et de *R. brachyrhina*, qu'il s'agisse peut-être là de genres nouveaux. A ce compte, je crois qu'il faudrait créer un genre pour chaque crâne étudié. Le sectionnement en espèces tel qu'il est indiqué par notre auteur me semble très raisonnable et bien établi, et le genre *Rhinochelys* s'affirme à l'aide des caractères indiqués au cours de cette petite étude et que l'on peut résumer comme suit :

Crâne de dimension moyenne, de forme ogivale. Voûte pariétofrontale très développée. Post-frontaux très grands. Os nasaux distincts : maxillaires renflés de chaque côté de l'orifice nasal. Les frontaux montrent parfois un sillon en forme de V (écussons). Ptérygoïdiens séparés à la partie postérieure par le basisphénoïde. Les palatins sont réunis sur la ligne médiane, au moins dans leur moitié inférieure. Carré en trompette, échancré à la partie postérieure ; l'anneau tympanique est ouvert par derrière.

Mais la difficulté commence lorsque l'on cherche à établir la nature pleurodirienne ou cryptodirienne de cette *famille des Rhinochélydés.*

On sait en effet que les Tortues actuelles (les Athèques et les Trionychoïdés étant mis à part) sont divisées en deux grands groupes : les Pleurodires et les Cryptodires. Cette division capitale, est fondée sur les caractères suivants qui sont les éléments de différenciation les plus importants [1].

1. F.-M. Bergounioux. Thèse, p. 25.

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

CRYPTODIRES :

1. Cou rétractile sous la carapace.
2. Vertèbres cervicales sans apophyses transverses.
3. Bord extérieur de la cavité tympanique plus ou moins échancré.
4. Bassin non soudé à la carapace et au plastron.
5. Mandibule à condyles articulaires s'emboîtant dans une cavité du carré.

PLEURODIRES :

1. Cou non rétractile, mais mobile latéralement.
2. Vertèbres cervicales avec apophyses transverses.
3. Bord extérieur de la cavité tympanique entouré par le carré qui est en forme de trompette [1].
4. Bassin soudé à la carapace et au plastron.
5. Mandibule à surfaces articulaires concaves.

Or nous n'avons à notre disposition pour élucider le problème que des crânes.

Voyons tout d'abord, d'un point de vue critique, les conclusions auxquelles sont arrivés les auteurs qui nous ont précédés.

Lydekker (*loc. cit.*, pp. 227-228) remarque qu'en établissant son genre *Rhinochelys*, Seeley a montré qu'il ne pouvait appartenir à la famille des Chélonidés (Cryptodires) : « Il est émydien par ses affinités et bien caractérisé par ses nasaux et préfrontaux distincts ; par ses narines postérieures formées par les maxillaires et les palatins, divisés par toute la longueur du vomer qui s'étend sur le palais entre les palatins et les prémaxillaires ; et par la région temporale qui est recouverte par des os agencés comme ceux de *Chelone*. » Toutefois, notons avec Lydekker qu'une ambiguïté notable subsiste quant à l'existence du vomer qui n'est pas visible sur la figure d'Owen dont s'est inspiré Seeley (fig. 3, V ?).

Rutimeyrer [2], en 1873, émet l'hypothèse que le crâne de *Chelone pulchriceps* figuré par Owen (*loc. cit.*) présente beaucoup d'affinités avec ceux des représentants de la famille des Chélydidés (Pleurodires), conclusion acceptée par Lydekker (*loc. cit.* p. 228) qui remarque que, dans cette famille, les os nasaux sont en effet distincts des préfrontaux [3].

Et Lydekker d'ajouter que chez les Pélomédusidés, qui sont

1. Mais le bord postérieur de la trompette (non l'anneau tympanique) reste un peu ouvert.
2. S. RUTIMEYER. Fossile Schildkröten von Solothurn, 1873, pp. 148-150.
3. Sauf dans le genre *Chelys*. Chez les formes actuelles de cette famille, les nasaux ne sont pas toujours présents. On sait aussi que chez les Chelydidés, le vomer est large et sépare les palatins.

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

également des Pleurodires, la disposition des palatins, réunis sur la ligne médiane, rappelle celle de *Rhinochelys*, de même que la disposition des os qui entourent les ouvertures nasales postérieures est la même dans les deux groupes. Remarquons cependant que le vomer est très réduit ou absent chez les Pélomédusidés et que les palatins y sont contigus.

Mais Lydekker reconnaît volontiers que les palatins étroits de *Rhinochelys* sont plutôt du type cryptodirien que pleurodirien, de même que le toit complet qui recouvre les fosses temporales dans ce genre ne se retrouve pas chez les Pleurodires vivants. Nous ajouterons que la tendance si nette que présentent certaines espèces de *Rhinochelys* (*R. pulchriceps* et *R. Jessoni*) à réunir de chaque côté du crâne leur pariétal au squamosal est un caractère réalisé chez les *Chelone* actuels qui sont des Cryptodires.

Mais, admettant cependant la nature pleurodirienne de *Rhinochelys*, Lydekker suppose que certains caractères des Pleurodires (larges ptérygoïdiens, structure de l'anneau tympanique et de l'articulation mandibulaire) sont d'acquisition récente, tandis que le recouvrement total des fosses temporales serait un caractère archaïque qui semble exister aussi bien chez les formes cryptodiriennes que chez les pleurodiriennes.

Rhinochelys serait donc, pour cet auteur, un Pleurodire, conclusion qui se trouve confirmée, nous dit-il, par la trouvaille, dans le gisement de Cambridge, d'une vertèbre *semblant* présenter des apophyses transverses distinctes ainsi que de nombreux fragments de carapaces possédant quelques caractères de genres de Pleurodires actuelles.

Si nous laissons de côté ces derniers arguments, qui ne présentent pas une certitude absolue, on voit que c'est surtout en se basant sur la disposition des os de la base du crâne que, successivement, Seeley, Rutimeyer, Lydekker, ont été amenés à ranger le genre *Rhinochelys* parmi les Pleurodires. C'est cette opinion qui est actuellement adoptée dans le grand traité de Paléontologie de Zittel [1] et le volume que H. Gadow a consacré aux Amphibiens et aux Reptiles [2] dans la série des « Cambridge Natural History ».

Soulignons donc encore une fois qu'un des caractères pleurodiriens le plus souvent réalisé, la séparation des palatins par le vomer, n'est pas visible sur l'échantillon d'Owen, le mieux con-

1. K. A. Zittel. Grundzüge der Paläontologie ; II abteilung, Vertebrata, 1911, p. 249.
2. H. Gadow. The Cambridge Natural History, Amphibia and Reptilia, 1920, Chelonia, p. 390.

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

servé du point de vue de la conformation des os du plafond de la cavité buccale. Il ne resterait donc, pour établir la nature pleurodirienne du *Rhinochelys*, que le seul fait de la présence d'os nasaux bien individualisés et distincts. C'est donc ici surtout que l'on pourrait invoquer l'argument qu'il pourrait s'agir en l'espèce d'un caractère essentiellement archaïque.

Force est donc de nous adresser à d'autres caractères. Or, nous savons que la constitution de la région tympanique est un des caractères majeurs indiqués précédemment pour la séparation des deux grands groupes des Pleurodires et des Cryptodires.

Cette région étant assez bien conservée dans notre Tortue de la Fauge, voyons ce que nous pouvons en tirer pour éclairer le problème qui nous retient (v. pl. XXVIII).

Voici tout d'abord comment le spécialiste H. Gadow (*loc. cit.* p. 317) décrit la structure si particulière de l'os carré chez les Chéloniens : « Fortement attaché et bordé sur presque tous ses côtés par les os voisins, il s'étend à peu près verticalement et forme une large surface articulaire pour la mandibule.

Son côté postérieur montre une gouttière transversale horizontale, dans laquelle se loge la columelle auriculaire ; dans d'autres cas, la gouttière en question est transformée en un canal plus ou moins fermé. De plus, la marge latéro-postérieure du carré forme la plus grande partie du cadre tympanique ; ses bords incurvés vers le bas laissent cependant subsister, chez les Cryptodires, une grande encoche par derrière.

Chez les Pleurodires, cette partie du carré est transformée en une trompette dont le large rebord, formant un anneau complet, porte la membrane du tympan. »

J'ai figuré (pl. XXVIII, 1, 2, 4, 5) un certain nombre de types de régions tympaniques de Tortues actuelles, tant Pleurodires que Cryptodires, qui permettent des comparaisons avec mon exemplaire de la Fauge (pl. XXVIII, fig. 3).

Chez *Chelone* (Cryptodire actuelle) (pl. XXVIII, fig. 1) on voit que le carré est complètement ouvert postérieurement et qu'il n'y a même pas de canal osseux pour la columelle. Chez d'autres Cryptodires (pl. XXVIII, fig. 2) et le genre *Trionyx* (pl. XXVIII, fig. 4), le carré commence à prendre la forme en trompette et, dans les parties profondes du cornet, ses bords se soudent pour former un canal columellaire ; mais l'anneau tympanique externe n'est pas encore complet et une forte échancrure subsiste à la partie postérieure qui ébrèche le pavillon du cornet [1]. Par contre,

1. Ce caractère se retrouve d'ailleurs chez les Sphargidés, ou Athèques, formes rarissimes chez lesquelles le squelette est entièrement indépendant de la carapace (ex. Tortue-luth).

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

chez les Pleurodires, en particulier chez le genre *Chelys* (*Ch. matamata* actuelle, pl. XXVIII, fig. 5), l'anneau tympanique est complètement fermé vers l'arrière et l'os carré, très développé, prend son allure si caractéristique en trompette.

Du point de vue de la constitution de la région tympanique, c'est évidemment des types intermédiaires (pl. XXVIII, fig. 2 et 4) que se rapproche le plus notre échantillon.

L'anneau tympanique, incomplet (pl. XXVIII, fig. 3, et fig. 2 du texte), s'y montre formé en avant par le quadrato-jugal, en haut par le squamosal qui semble bien se recourber vers le bas (l'échantillon est en effet brisé en ce point). Le carré a la forme d'un cornet et s'étend au milieu de l'anneau tympanique, mais il est lui-même largement échancré vers l'arrière. Il montre d'autre part, au fond du cornet que forme le carré, le petit orifice qui correspond au canal columellaire. Quant à la partie inférieure du carré, elle donne comme chez tous les autres Chéloniens un prolongement élargi en coin et destiné à l'articulation de la mâchoire inférieure.

Il est donc clair que notre *Rhinochelys Amaberti* présente, du point de vue de la région tympanique, des caractères cryptodiriens assez nets. Il semble bien d'ailleurs en être de même pour les espèces anglaises de Lydekker, en particulier pour *R. cantabrigiensis* Lyd. (Lydekker, pl. VIII, fig. 2 *a* et notre fig. 2, *2*) dont la région tympanique, assez bien figurée par cet auteur, montre une structure analogue à celle de notre espèce, et spécialement l'échancrure postérieure si caractéristique du carré. Nous retrouvons aussi une disposition analogue chez *R. Jessoni* Lyd. (ib., fig. 6 *a* et notre fig. 2, *4*), du moins du côté du quadrato-jugal et du squamosal qui entrait dans la constitution du cercle tympanique, car, fort malencontreusement, le carré n'est pas visible dans sa totalité, étant brisé à sa partie postérieure et le fond de la trompette étant masqué par la gangue gréseuse.

Le bel échantillon de *R. pulchriceps* Lyd., figuré par Owen (pl. VIII, fig. 2 et notre fig. 2, *3*), montre dans toute sa netteté la région tympanique, tout d'abord l'anneau formé par la coalescence du quadrato-jugal et du squamosal lequel, s'il ne s'articule pas directement avec le pariétal, s'en approche du moins beaucoup vers le haut et par derrière le post-frontal[1]. Quant au carré, il ne semble être conservé que dans sa moitié supérieure dont la trompette est comparée par Owen à celle des *Chelone*

1. Caractère cryptodirien qui se rencontre chez le genre *Chelone*, où ces deux os sont en connection.

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

vivants ; mais l'on ne distingue ni l'apophyse articulaire de cet os, ni la façon dont il se termine vers l'arrière.

Le dessin d'Owen comporte évidemment une part d'interprétation et il est possible que, tel qu'il est, il ait pu prêter à confusion et faire croire que, chez cette espèce, la forme pleurodirienne du carré était complètement réalisée. A mon avis, cela n'est pas prouvé, ou alors il faudrait admettre que chez des formes dont les autres caractères sont assez voisins, sinon identiques, le type structural de l'appareil auditif osseux n'était pas encore fixé et évoluait tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre. Il faut souhaiter que l'échantillon utilisé par Owen puisse être encore étudié de ce point de vue.

En résumé, si *Rhinochelys* apparaît comme une forme cryptodirienne par l'ensemble de ses caractères craniens et spécialement par la constitution de sa région tympanique, il faut reconnaître que quelques autres de ces traits sont plutôt d'affinité pleurodirienne. Le diagnostic ne pourra être tranché définitivement que lorsque une heureuse trouvaille nous aura mis en présence d'un échantillon complet.

Ce qui semble donc s'affirmer dès maintenant, et que les découvertes futures confirmeront sans doute, c'est que ce genre se présente, au moins par ses caractères craniens, comme un type de structure intermédiaire entre nos deux grands groupes de Tortues.

De tels types, nous en connaissons un certain nombre parmi les animaux, tant dans le monde des vivants que dans celui des fossiles et ils ne sont pas pour étonner un paléontologiste pour qui les phénomènes d'évolution se présentent comme une nécessité.

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

EXPLICATION DES PLANCHES XXVII ET XXVIII

Planche XXVII.

Crâne de *Rhinochelys Amaberti nov. sp.* Grandeur naturelle.

Fig. 1. Face supérieure.

Fig. 2. Profil (côté droit).

Fig. 3. Profil (côté gauche).

Fig. 4. Vue de face.

p, pariétal ; *pf*, postfrontal ; *f* frontal ; *prf*, préfrontal ; *n*, nasal ; *mx*, maxillaire ; *pmx*, prémaxillaire ; *j*, jugal ; *qj*, quadrato-jugal ; *sq*, squamosal ; *q*, carré ; *o*, orifice columellaire du carré ; *art*, apophyse articulaire du carré ; *s*, sillons des écussons ; *orb*, orbites ; *N*, ouverture nasale,

Planche XXVIII.

Structure de la région tympanique chez diverses Tortues.

Fig. 1. Genre *Chelone* (Cryptodire) : L'anneau tympanique formé par le squamosal (*sq*) et le quadrato-jugal (*qj*) est largement ouvert vers l'arrière ; le carré en forme de cornet (*q*) occupe la cavité tympanique et présente une profonde encoche (*o*) à la partie postérieure, de sorte qu'il n'existe pas de canal columellaire osseux ; *art*, apophyse articulaire du carré ; *j*, jugal ; *pf*, postfrontal ; *p*, pariétal ; *so*, sus-occipital. Réd. 1/2 environ.

Fig. 2. Région tympanique chez une autre Cryptodire. L'anneau tympanique, formé par le quadrato-jugal (*qj*) et le squamosal (*sq*), est toujours ouvert à la partie postérieure ; mais les bords de l'échancrure postérieure (*o*) de la trompette du carré (*q*) sont partiellement soudés, de sorte qu'il existe au fond du cornet un orifice columellaire (*col*). Réd. 1/2 environ.

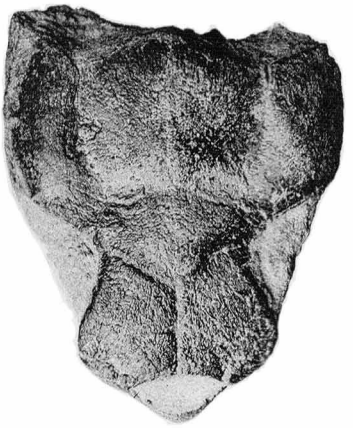
Fig. 3. Région tympanique de *Rhinochelys Amaberti nov. sp.* Les os du crâne sont désignés par les mêmes lettres que dans les fig. précédentes. Remarquer les analogies de structure avec la fig. 2. Gr. : $\times$ 2.

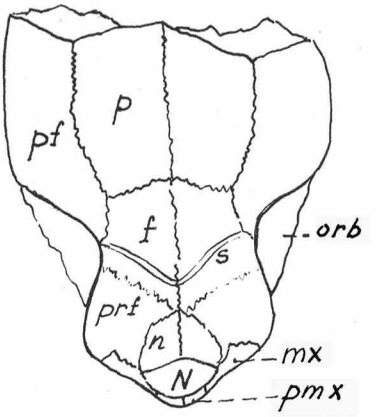
Fig. 4. *Trionyx aegyptiacus* Geoffr. La région tympanique y est toujours du type cryptodirien ; l'anneau tympanique se referme encore davantage, mais une petite encoche postérieure subsiste toujours (*o*). Du canal columellaire sort l'os columellaire (*col*), au fond du cornet formé par le carré (*q*), qui, dans la région antérieure de l'anneau tympanique commence à déborder à l'extérieur (l'os columellaire venait, chez le vivant, s'appuyer à la partie interne de la membrane du tympan, tendue sur l'anneau tympanique).

cd, condyle articulaire du crâne ; *m*, mandibule (remarquer la forme concave de la région articulaire, caractéristique des Cryptodires). Légèrement grossi.

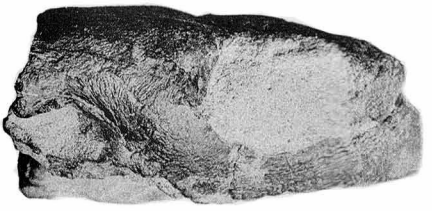
Fig. 5. *Chelys matamata* Dum. et Bib. (Pleurodire), La région tympanique est ici entièrement formée par le carré (*q*) (trompette et rebord tympanique), l'anneau tympanique est régulièrement fermé. Remarquer l'articulation mandibulaire (*m*), en condyle, caractéristique des Pleurodires. Gr. nat.

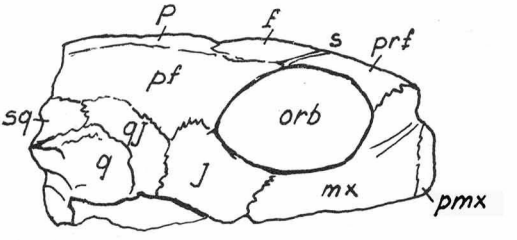
Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC



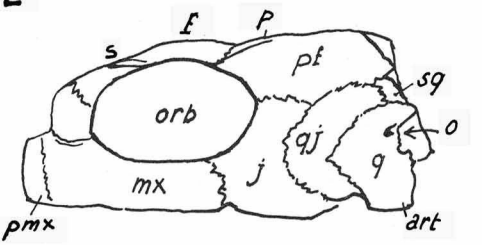


1

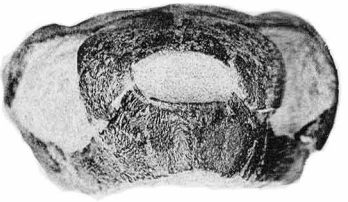


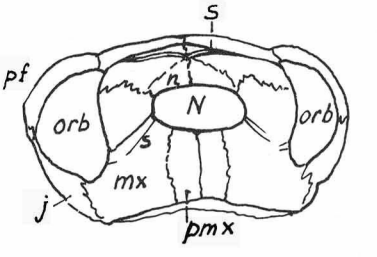


2



3



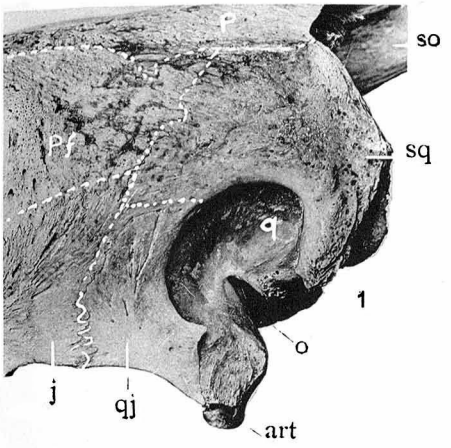


4

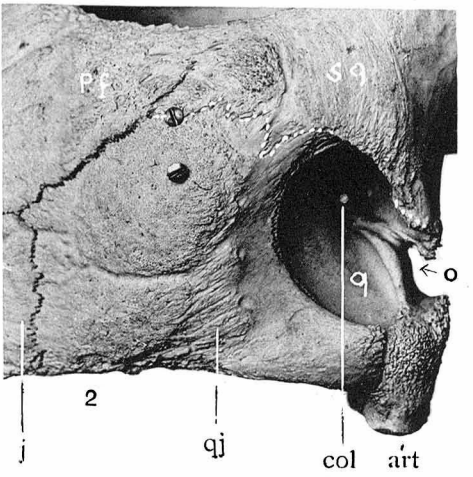
Rhinochelys Amaberti nov. sp.

BIBLIOTHÈQUE
PARIS
SORBONNE

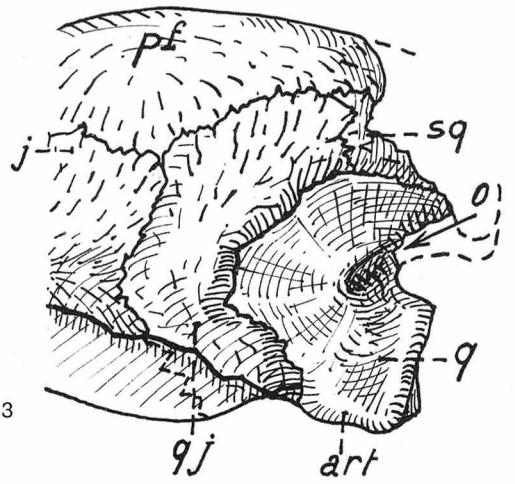
Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC



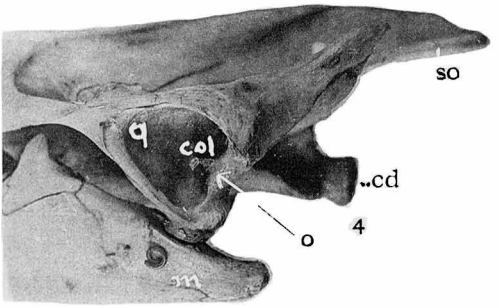
1



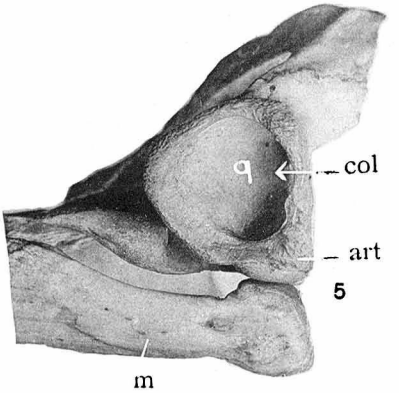
2



3



4



5

Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

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

Observations et réflexions sur le genre *Nubecularia*

par le **P. H. Derville** [1].

Planche XXIX

Nommé par Defrance en 1825, le genre *Nubecularia* est resté longtemps un de ces « incertae sedis » que l'on fit voyager des Vers (*Spirorbis* de Soldani 1789-1798) aux Zoophytes (Defrance 1825 et, après lui, Blainville 1834) pour les intégrer enfin au groupe des Foraminifères. S'il revient à Dujardin (1841, 1849) d'avoir le premier orienté les esprits « plutôt » vers le groupe des Foraminifères, c'est à Parker et Jones (1860) que reviennent le mérite d'avoir précisé les caractères du genre *Nubecularia* et sa localisation définitive dans le groupe des Foraminifères.

Pour tout ce qui touche à l'historique du genre *Nubecularia* et aux questions de synonymie, je ne puis mieux faire que de renvoyer au travail de Karrer et Sinzow (3) [2], pour l'étude d'ensemble de l'anatomie et du polymorphisme, à Carpenter (2), pour les observations de détail touchant les espèces, aux publications de Karrer et Sinzow (3, *Nub. novorossica* K. et S.), de Steinmann, de S. Gillet et H. Derville (5 et 7, *Nub. caespitosa* St.).

Cette note n'a d'autre ambition que d'apporter une contribution à ces différents travaux. Bien qu'étant en possession des deux espèces *Nub. novorossica* K. et S. et *Nub. caespitosa* St., cette note n'ayant en vue que quelques considérations générales touchant l'anatomie et la biologie de l'organisme, je m'inspirerai surtout du *Nub. novorossica* K. et S. L'espèce *Nub. caespitosa* St., en effet, ne montre pas de plan défini dans son évolution et montre mal les détails structuraux caractéristiques.

I. — Étude de quelques sections.

1. La fig. 1 de la pl. XXIX représente un individu fixé sur un galet calcaire et évolué en une spirale régulière développée dans un même plan.

Le galet montre à sa surface une fine pellicule brune d'épais-

1. Note présentée à la séance du 16 décembre 1935.
2. Les chiffres en caractères gras renvoient à l'index bibliographique.

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

seur variable qui représente les planchers successifs des chambres. La paroi extérieure ou ventrale du plasmostracum est beaucoup plus épaisse et met en évidence une série de dilatations et de constrictions qui définissent et délimitent les chambres édifiées par l'organisme et les ouvertures successives du plasmostracum.

Celui-ci nous montre un tour complet de spire et un tiers du second tour. Le premier tour comporte sept loges, peut-être huit ; du second tour qui en comporterait deux ou peut-être trois, seule la dernière est visible.

2. Parfois, la spirale au lieu d'évoluer dans un plan se déroule dans des plans grossièrement parallèles ou même obliques les uns par rapport aux autres.

Le plasmostracum entoure un fragment calcaire en forme d'ovoïde allongé (probablement section de zoophyte recristallisé) ; il s'est fixé à l'une des extrémités amincies du support autour duquel il a décrit trois tours de spire qui se déploient en hélice ou en ressort plus ou moins régulier autour du support.

Il est difficile de préciser ici (cf. pl. XXIX, fig. 2) où commence le plasmostracum ; il me semble plus probable qu'il commence à la moitié droite du boyau basal. En tout cas, il est facile de dessiner l'hélice en descendant de la plus large section de loge et en tenant compte du recouvrement relatif des chambres les unes par les autres.

3. Nubéculaire fixé, décrivant autour de son support trois tours de spire complets ; ces tours sont en hélice moins régulière que dans l'exemple précédent. Le deuxième tour, dans sa seconde moitié, revient en croisant la seconde moitié du premier tour (cf. pl. XXIX, fig. 3).

4. Individu libre à plasmostracum subovalaire montrant, au centre, la loge initiale (cf. pl. XXIX, fig. 4).

Cette loge, sub-sphéroïdale, est à parois d'inégale épaisseur ; la plus mince déterminant la paroi dorsale de la loge, il est aisé, de ce chef, de préciser dans quel sens débute la spirale.

Le premier tour de spire est ici intéressé par la coupe suivant un plan perpendiculaire au plan d'enroulement. Le deuxième tour, dont on ne voit qu'une partie mais qui doit comporter au plus deux loges, est perpendiculaire sur le premier. Le troisième qui dessine une boucle fermée est, dans sa première moitié, de même direction que le premier tour et oblique sur lui ; il lui est perpendiculaire dans sa deuxième moitié. L'orifice supérieur représenterait l'équivalent de l'ouverture du plasmostracum.

Ce mode d'enroulement peut être qualifié d'enroulement en pelote.

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

5. Forme qui montre les fameux appendices en forme de cornes de cerf auxquels font allusion Parker et Jones dans leur note sur les Foraminifères triasiques de Chellaston.

La spire comporte ici deux tours et le commencement du troisième : le premier tour est composé de deux loges, le deuxième tour se déroule presque entièrement dans la paroi latérale du plasmostracum ; on ne voit du troisième que le début (cf. pl. XXIX, fig. 5).

6. Outre ces formes à développement net et spiralé, il en est d'autres qui évoluent verticalement et où les chambres ou sections de chambres semblent empilées sans ordre les unes sur les autres (cf. pl. XXIX, fig. 6). A leur conformation générale on pourra reconnaître localement si une chambre est intéressée par la section suivant un plan perpendiculaire ou parallèle au plan d'enroulement de la spirale ; mais il est toujours difficile, pour ne pas dire impossible, de suivre l'évolution du plasmostracum.

Il y a donc lieu, dans l'échantillon que j'ai décrit, de distinguer, outre le type aberrant à chambres empilées, trois manières d'évoluer de la spirale : l'enroulement en spirale régulière (enroulement dans un plan), l'enroulement en ressort ou en hélice, l'enroulement en pelote. D'après les recherches statistiques que j'ai pu faire (sans tenir compte des individus morcelés où l'observation n'était pas possible) l'enroulement en pelote est le plus fréquemment réalisé (environ 50 %). L'enroulement en hélice ou en ressort, l'enroulement en spirale régulière, et le type aberrant viennent ensuite dans des proportions de 22, 17 et 11 %.

II. — Structure.

1. Loge initiale.

La loge initiale (cf. pl. XXIX, fig. 4 et 5) est de forme générale sphérique ou subsphérique. Dans aucune des sections, je n'ai pu mettre en évidence les rapports entre la loge initiale et le début de la spire.

La masse plasmique qui, à l'état vivant, remplit cette loge se répand à la manière d'une bave qui s'étale à sa surface et la recouvre. Elle se sécrète une paroi calcaire dont l'épaisseur varie beaucoup ; cette paroi, mince ou nulle du côté interne, contigu à la loge initiale, est, au contraire, assez épaisse sur ses faces externe et latérales. L'organisme débute donc par une spirale ; cette spirale à enroulement régulier dans un plan reproduit assez

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

bien, en section perpendiculaire au plan d'enroulement, la disposition des trois premières loges chez les *Miliolidae* : celle d'une loge sphérique coiffée de deux loges semi-circulaires opposées l'une à l'autre, à la différence près que les parois qui, chez les *Miliolidae*, sont de même épaisseur relative, sont ici très inégales d'importance, la paroi interne de la spirale étant très mince (et pouvant être nulle) par rapport aux parois latérales et à la paroi externe.

2. **Chambres.**

Comme les coupes transversales le mettent en évidence, la portion libre occupée par la masse plasmique n'est pas cylindrique mais semi-circulaire ; elle prend, en section parallèle à l'axe d'enroulement, l'allure d'un long boyau vermiforme, de calibre régulier, marqué de distance en distance d'une constriction suivie d'un élargissement. C'est au point de jonction des portions rétrécies et des portions évasées qu'il faut placer l'ouverture du plasmostracum. A chaque tour de spire, la différence s'accentue entre les portions interne, externe et latérales du plasmostracum, l'interne réduite à une semelle de faible épaisseur, l'externe prenant toujours plus d'importance.

3. **Faux-septa.**

Il n'y a pas de vraies cloisons entre les chambres mais des ébauches de cloisons dues à une sorte d'incurvation, de fléchissement du toit de la coquille [1], provoquant un rétrécissement de la largeur de l'ouverture dans la portion dorsale du plasmostracum. Ce fléchissement serait sensible à la surface extérieure de la coquille et se traduirait par un renfoncement et un sillon si le Nubéculaire ne prenait soin de la renforcer en ce point. La masse plasmique qui fait saillie par l'ouverture du plasmostracum recouvre cette ouverture, la déborde vers l'extérieur et assez loin vers l'arrière pour combler le creux produit au niveau de l'ouverture par le recourbement du toit de la coquille et lui rendre ainsi sa régularité et sa planéité extérieures. Il en résulte une sorte d'articulation immobile ou synarthrose qui reste toujours plus ou moins sensible (différence de teinte) et permet de limiter et de dénombrer les chambres successivement élaborées par l'organisme.

Les sections transversales des loges (sections perpendiculaires

1. Coquille est synonyme de plasmostracum.

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

au plan d'enroulement de la spire) nous font, pour ainsi dire, assister à l'édification du plasmostracum. Les parois des chambres s'étendent beaucoup latéralement ; le dernier tour de spire est embrassant et recouvre la totalité du tour de spire plus jeune sur lequel il s'applique et s'enroule. Pour élaborer le plasmostracum, il a donc fallu que la masse plasmique, telle une bave, s'épanche largement non seulement en arrière (nous l'avons vu plus haut) mais en avant et sur les flancs de la coquille. Au fur et à mesure que celle-ci s'élabore et s'épaissit, la masse plasmique refoulée ou bien se condense, ou bien, ce qui est plus probable, s'épand vers l'avant de la coquille collaborant ainsi automatiquement à l'allongement de la loge.

Rien n'est plus variable enfin que le nombre des loges ; il oscille, par tour de spire, entre deux ou trois et sept.

Dans aucun cas, je n'ai vu un tour de spire complet, la spire ne présentant jamais une parfaite régularité et la section n'étant jamais entièrement dans le plan d'enroulement, mais il m'a été facile sur certaines sections de déduire le nombre approximatif des loges. A mon avis, ce nombre est purement fortuit ; il n'est vérifiable que si l'individu évolue dans un plan suivant une spire régulière, incrustant son support dans sa plus grande largeur, comme c'est le cas dans la figure 1 de la planche XXIX. Mais on avouera que ces circonstances ne doivent être qu'exceptionnellement réalisées.

Ainsi donc, pour définir sur une section en lame mince le sens de l'enroulement, il faudra se baser :

a) en section perpendiculaire au plan d'enroulement : sur l'épaisseur relative des parois des chambres, étant établi que la paroi interne contiguë à la loge initiale ou au tour de spire précédent est de faible épaisseur par rapport à la paroi externe ;

b) en section parallèle au plan d'enroulement : à la fois sur les caractères fournis par le remplissage des chambres et sur les fausses cloisons, en tenant compte du fait que la masse plasmique en sécrétant et édifiant son plasmostracum déborde vers l'arrière les ouvertures successives de la coquille qui deviennent tour à tour les ébauches des cloisons qui limitent les chambres successives édifiées par l'organisme. Chaque nouvelle loge déborde vers l'extérieur et vers l'arrière la loge qui la précède ; il y a ainsi remplissage du vide occasionné par l'inflexion de la paroi ventrale et renforcement du plasmostracum au niveau des fausses cloisons qui en constitueraient sans cela les points faibles.

III. — Conclusions.

Des études de Karrer et Sinzow d'une part, de Carpenter

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

d'autre part et surtout, il ressort avec évidence que le genre *Nubecularia* est peu évolué et montre un étonnant caprice dans la disposition et la succession de ses chambres.

L'animal vit-il libre ou fixé ? Est-il *normalement* fixé, l'observation montrant à titre exceptionnel des individus libres qui seraient des anormaux ou des originaux ? Était-il au contraire libre à l'origine et ne s'est-il fixé que pour mieux s'adapter au milieu et se mettre plus à l'aise ? La question ne me paraît pas dénuée d'intérêt mais elle ne me paraît soluble avec certitude qu'à la suite de longues investigations qui ne me sont pas possibles, question de déplacements, de matériel, etc...

1) *Nub. novorossica* types *solitaria* et *nodulus* K. et S.

Dans le matériel qu'il m'a été donné d'étudier, les individus libres (ou qu'il m'est loisible d'interpréter comme tels) sont rareté et exception. Ils sont du type « en pelote » que nous voyons réalisé chez bon nombre de Foraminifères, entre autres chez les *Endothyra*, certains *Ammodiscus* et chez *Archaediscus Karreri* du Calcaire carbonifère du Bas-Boulonnais. Ce type est ici prépondérant et l'on peut admettre que le genre *Nubecularia* est bâti sur le mode spiral, cette spire, comme il faut s'y attendre, n'étant qu'exceptionnellement régulière. Il semble aussi plus vraisemblable que les *Nubecularia*, autrefois comme aujourd'hui, aient vécu fixés soit sur des coraux, soit sur des filaments d'Algues.

Pour m'en tenir au *Nubecularia novorossica* K. et S. du Miocène de Bessarabie, le seul que j'aie pu étudier en détail, il semble qu'il n'y ait aucun plan défini et qu'il soit indifférent, du point de vue spécifique, que l'animal s'enroule par sa face dorsale sur un support quelconque cylindrique ou ovoïde : *Nub. novorossica*, type *nodulus*, auquel se ramèneraient les formes « en pelote », « en ressort ou en hélice », « en spire régulière » que j'ai décrites ci-dessus, ou qu'il se couche sur le flanc sur une lame végétale : *Nub. novorossica* type *solitaria* K. et S. Dans l'un et l'autre cas, cela donne sans doute des formes extérieures, très différentes, forme plano-convexe (type *solitaria*) — forme noduleuse plus ou moins régulière (type *nodulus*) — des individus polymorphes d'une espèce qui reste la même.

Le nombre des loges par tour de spire, la forme et la position de l'ouverture pourraient sans doute servir de base à une division spécifique; mais, ici encore, le nombre des loges varie avec la taille et la forme du support et l'ouverture varie aussi d'une loge à l'autre dans un seul et même individu.

Karrer et Sinzow ont donc été bien inspirés en résistant à la

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

tentation si commune de créer de nouvelles espèces et en faisant des formes *solitaria* et *nodulus* des types divers d'une seule et même espèce *Nub. novorossica* K. et S. S'il est loisible à l'organisme libre d'évoluer à sa guise dans un sens déterminé, la forme extérieure de l'individu fixé est toujours plus ou moins fonction du support auquel il adhère. Aucune des sections que j'ai décrites ci-dessus ne se réfère au type *solitaria* ; toutes ressortissent du type *nodulus* figuré par Karrer et Sinzow (3) sous les numéros 11 à 15 et 20 à 24.

2) *Nubecularia novorossica* type *deformis* K. et S., cf. fig. 26 à 29.

Quant au type *deformis*, le matériel et la documentation me manquent pour émettre un avis fermement motivé.

J'ai représenté, dans la figure 6 de la planche XXIX, un exemplaire du *Nub. novorossica* type *deformis* K. et S. ; pour bien faire, il eût fallu les figurer tous car ils sont assez différents de structure interne mais je n'en ai pas la place.

On se rendra compte par cette photographie de la difficulté à laquelle on se heurte quand il s'agit d'interpréter ces formes, surtout lorsqu'on dispose d'un matériel par trop restreint. Tout ce que je puis en dire c'est que la spire est ici très irrégulière et qu'elle montre en outre une tendance à s'étirer verticalement.

Certains exemplaires de ce type *deformis* donnent aussi l'impression d'être moins des individus isolés que de petits amas d'individus (deux ou trois), qu'il s'agisse de Nubéculaires fixés sur un même support et évoluant parallèlement, d'individus fixés sur des congénères déjà évolués ou en voie de développement ou enfin de petites colonies susceptibles de prendre une grande extension et d'édifier des récifs comme le *Nub. caespitosa* ST.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1. 1860. — JONES (T. R.) and PARKER (W. K.). On some fossil Foraminifera from Chellaston near Derby. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, London, vol. XVI, 1860, pp. 452 i à 458 i, pl. XIX et XX.

2. 1862. — CARPENTER (W. B.), PARKER (W. K.) and JONES (T. R.). Introduction to the study of Foraminifera. *Roy. Soc.*, London, 1862, pp. 62 i à 72 i, pl. V, fig. 1 à 15.

3. 1876. — KARRER (F.) und SINZOW (J.). Über das Auftreten des Foraminiferen-Genus *Nubecularia* in Sarmatischen Sande von Kischenew. *Sitzungsber. d. K. Akad. Wissenschaften*, Wien, vol. LXXIV, 1876, pp. 272 i à 284 i, 1 pl.

4. 1897. — SILVESTRI (A.). Il genere *Nubecularia* DEFR. *Atti dell' Accade-*

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

mia Pontificia de Nuovi Lincei, Anno L, Sess. II, 1897, pp. 29 à 39.

5. 1903. — STEINMANN (G.). Ueber eine stockbildende *Nubecularia* aus der sarmatischen Stufe (*N. caespitosa* n. f.). *Ann. des K. K. natur-historischen Hofmuseums*, Wien, Bd. XVIII, H. 1, 1903, pp. 112 i à 116 i, 6 fig.

6. 1923. — ANDRUSOV (N. I). Nodules de *Nubecularia* de la partie moyenne de l'étage sarmatien du Mangyslak et de la Crimée. *Trav. du Musée géol. et minéral. Pierre-le-Grand près l'Acad. d. Sc. de l'U. R. S. S.*, 1923, t. 3, fasc. 1, 1917-1918, pp. 1 à 24, 9 pl., 2 fig.

7. 1931. — GILLET (S.) et DERVILLE (P. H.). Nouveau gisement d'un récif à *Nubecularia* à Cricov, près de Chisinau (Bessarabie). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 5e s., t. 1, 1931, pp. 721 à 738, pl. XXXVII à XL.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XXIX

Nubecularia novorossica K. et S.

FIG. 1. — Type *nodulus* (cf. I Étude de quelques sections 1),
Évolué en spire régulière et montrant en bas à droite l'ouverture du plasmostracum. Le liséré clair, dépourvu de structure et très mince qui adhère au galet, représente le mur des loges successives; les portions foncées représentent la paroi externe (ou toit) et les parois latérales des chambres ou loges. Les petites taches blanches cernées de noir sont des bulles d'air enchassées dans le baume de Canada.
Gross. : 30 diam. env.

FIG. 2. — Type *nodulus* (cf. I Étude de quelques sections 2).
Dans cette forme, la spire a évolué en hélice (ou en ressort).
Gross. : 30 diam. env.

FIG. 3. — Type *nodulus* (cf. I Étude de quelques sections 3).
Spire moins régulière dans laquelle le deuxième tour revient, en croisant, sur le premier. Cette différence d'avec la forme précédente paraît être uniquement fonction du point de fixation.
Gross. : 30 diam. env.

FIG. 4. — Même type apparemment libre (cf. I Étude de quelques sections 4).
On voit, au centre du plasmostracum, la loge initiale flanquée des deux sections semicirculaires du premier tour de spire.
Gross. : 40 diam. env.

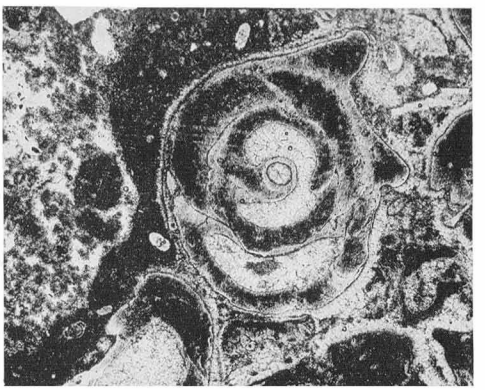
FIG. 5. — Même forme (cf. I Étude de quelques sections 5).
Cet individu montre de curieuses expansions cornues et, comme le précédent, un nombre restreint de loges par tour de spire (comparer avec la figure 1).
Gross. : 40 diam. env.

FIG. 6. — Type *deformis* (cf. I Étude de quelques sections 6).
La photographie montre un exemplaire de ce type très évolué verticalement entre un Nubéculaire du type « en pelote » et un Nubéculaire « en hélice » (individus représentés plus grossis dans les figures 4 et 3).
Gross. : 20 diam. env.

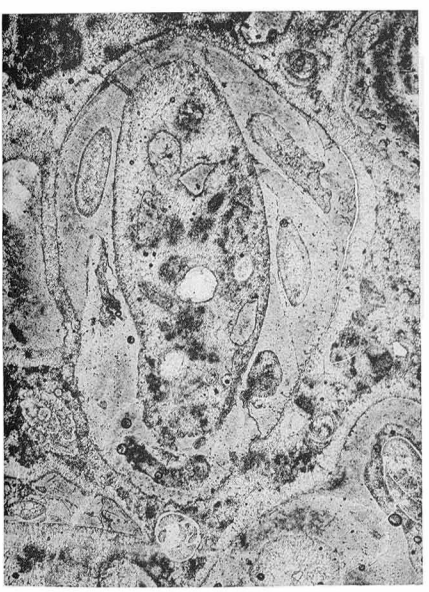
Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

1

5



2



3

4

6

Cl. H. Derville

Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

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

Sur quelques filons a faciès lamprophyriques du versant lorrain des Vosges et sur leurs enclaves

par **G. Choubert**[1].

Planche XXX

1. LES FILONS A FACIÈS LAMPROPHYRIQUE

Tandis que les roches filoniennes, et en particulier les lamprophyres (minettes, vosgésites, kersantites et spessartites) du versant alsacien des Vosges ont été très étudiées (voir la bibliographie), celles du versant lorrain sont pour la plupart demeurées inconnues[2]. Pour combler une partie de cette lacune nous nous proposons de décrire ici quelque filons lamprophyriques ou à affinités lamprophyriques plus ou moins prononcées, dont la plupart se trouvent dans la région comprise entre Rochesson et Gérardmer et dans celle de la Bresse-Cornimont [34].

Cette partie des Vosges cristallines est essentiellement granitique. Les gneiss, très étendus à l'W et au N, ne se rencontrent ici que par lambeaux entre les massifs de granite. Ces granites, d'âge post-dinantien, ont une composition chimique peu variée : leur masse principale est franchement calco-alcaline, sauf une variété à plagioclase acide, appelée « granulite » par les auteurs ayant étudié les Vosges.

Nous avons observé des filons à faciès lamprophyrique autant dans le granite de Gérardmer (à biotite et à un peu de muscovite) et dans les gneiss qui l'entourent, que dans le massif de la Bresse (à biotite et amphibole) ; nous ne les avons jamais rencontrés dans la « granulite ».

Les filons peuvent avoir plus de 10 m. de puissance et n'ont pas de direction privilégiée. Parfois ils s'associent aux filons de microgranite et ont alors la même direction que ces derniers.

1. Note présentée à la séance du 16 décembre 1935.

2. Parmi les anciens auteurs qui ont étudié les lamprophyres dans les Vosges il n y a que Élie de Beaumont [5], Delesse [12] et Pauly [14] qui ont décrit des minettes du flanc W du massif. Parmi les gisements qu'ils citent, seul celui de l'Urson, sur la route de Remiremont à Gérardmer, montre une roche filonienne [12], tous les autres étant des lentilles d'amphibolite ou de serpentine dans les gneiss.

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

Parmi les roches qui font l'objet de la présente note, à côté de véritables lamprophyres (minettes et kersantites), nous décrivons une série de types qui ont des caractères lamprophyriques

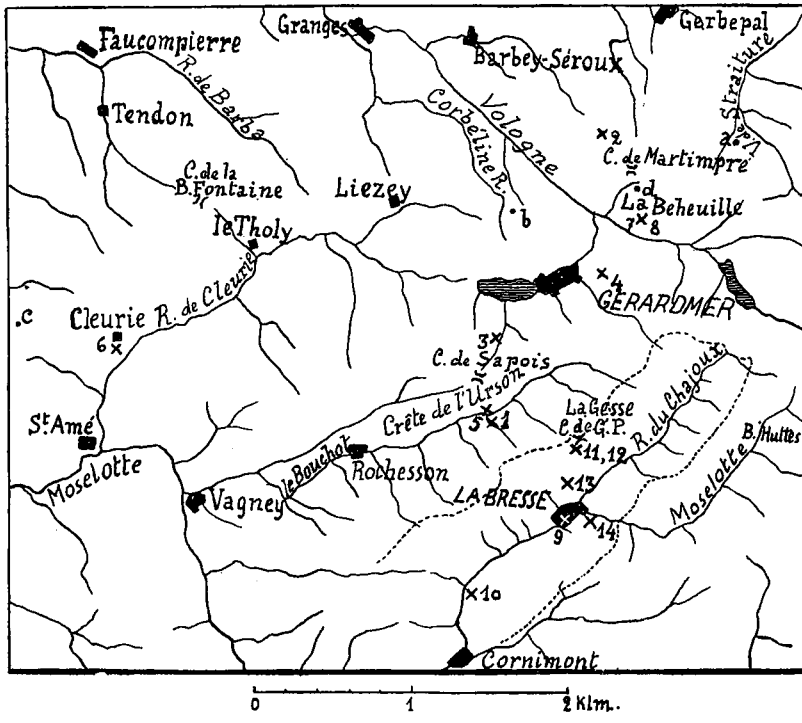


FIG. 1. — Distribution des filons lamprophyriques sur le versant lorrain des Vosges.

× Affleurements des filons lamprophyriques.

• Blocs erratiques lamprophyriques.

----- Contour du massif du granite de la Bresse levé par l'auteur.

C. de G. P. Col de la Grosse Pierre.

1. Filon de Noire Goutte,
2. — de Corbeline,
3. — de Phény,
4. — des Rochires,
5. — de l'Acheneau,
6. — de Cleurie,
7 et 8. Filons de la Beheuille,
9. Filon du pont de la Bresse,
10. — de la route de la Bresse à Cornimont,
11 et 12. Filons de la Grosse Pierre,
13. — de la Louvière,
14. — des env. de Réchigoutte.

a. Bloc erratique du chemin de l'étang,
b. — du Beau Roulier,
c. Bloc erratique du Col de la Mousse,
d. — de Martinprè.

moins prononcés ; ils sont ou bien relativement pauvres en éléments colorés ou bien renferment des phénocristaux de plagioclases, ce qui est contraire à la définition même des lamprophyres [30]. Cependant, leur couleur sombre et leur texture compacte

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

permet facilement de les distinguer des microgranites et en font un groupe de roches nettement individualisé, qui, au point de vue lithologique, forme passage entre les lamprophyres et les microgranites et microsyénites [1].

La majorité des filons qui traversent le granite de Gérardmer sont de véritables lamprophyres. On peut y rencontrer une série presque continue de types de plus en plus calciques.

C'est de ce massif que proviennent toutes nos minettes alcalines — roches à plagioclase peu abondant ou absent. La plupart sont quartzifères et on rencontre des termes de passage aux microgranites riches en barylites.

Le type plus calcique est donné par le filon des environs de Rochesson. L'étude microscopique y décèle un plagioclase à côté de l'orthose prédominant. Cependant le calcul de l'analyse (an. A) démontre déjà l'égalité des deux feldspaths (rapport de l'orthose au plagioclase = 1.08). Ce rapport, franchement monzonitique, de même que les paramètres magmatiques (II. (4) 5.2.3), sont ceux des kersantites. Comme les minettes alcalines, cette roche est assez riche en quartz et le calcul de l'analyse met en évidence 8.64 % de silice libre.

Enfin près de Cleurie a été trouvé un filon d'une autre kersantite riche en pyroxène où la quantité de l'orthose semble être, en plaque mince, égale ou même légèrement inférieure à celle du plagioclase.

Nous joignons à cette série lamprophyrique deux filons du bois de la Beheuille, de roches franchement mésocrates, mais se distinguant des lamprophyres par la présence de phénocristaux de feldspath. L'analyse d'une d'elles (an. B), micromonzonite mésocrate, montre de grandes analogies avec celle de la minette de Rochesson.

Au contraire la plupart des filons des environs de la Bresse doivent être considérés comme des microgranites ou des microsyénites calcoalcalins à caractères lamprophyriques plus ou moins nets. Leur teneur en orthose peut parfois devenir tellement faible qu'on est tenté de considérer certains d'entre eux comme des microdiorites ou des spessartites [2]. Les paramètres magmatiques

1. Il existe une certaine analogie entre les lamprophyres et les microgranites à pyroxène, toujours riches en éléments colorés [32]. Sur la feuille d'Épinal au 1/80.000e Ch. Vélain leur a donné le même symbole qu'aux kersantites et les a distingués par une teinte bleue.

2. Une grande variété de compositions minéralogiques malgré des analogies très nettes, caractérise aussi des filons lamprophyriques de la région de Hochwald-Steige-Andlau comme l'a montré Rosenbusch dans son célèbre mémoire [15].

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

d'une de ces roches (col de la Grosse Pierre), d'après l'analyse (an. C) empruntée à un travail récent de MM. C. Friedländer et P. Niggli [33], sont ceux de la kersantite (II.'5.(2)3.3). Cette roche est un peu moins riche en alcalis que la minette de Rochesson et la valeur du rapport d'orthose au plagioclase est même légèrement inférieure au rapport monzonitique (0.58).

Ces trois analyses, ainsi que l'étude pétrographique, montrent que les roches à faciès lamprophyrique du massif de Gérardmer sont plus riches en alcalis que ceux du massif de la Bresse. Il semble donc que la différence de composition chimique des lamprophyres est en relation avec celle des granites qu'ils traversent. Il en est de même de leurs affinités lamprophyriques qui sont plus prononcées dans les filons du massif de Gérardmer que dans ceux des environs de la Bresse.

A. Kersantite ; environs de Rochesson ; analysée par M. Raoult ; paramètres magmatiques : II.(4)5.'2.3 [2.1.'2.2].

B. Micromonzonite mésocrate ; Flanc S du Bois de la Beheuille ; analysée par M. Raoult ; paramètres magmatiques : II.15.2.'3 [1(2).1.(1)2.2(3)].

C. Kersantite ; Col de la Grosse Pierre ; analysée par M. Esenwein ; paramètres magmatiques : II.'5.(2)3.3 [2.1.2.'3].

	A.	B.	C.
SiO^2	61.54	60.30	56.84
Al^2O^3	13.57	14.09	17.01
Fe^2O^3	2.23	0.24	1.10
FeO	2.94	5.05	5.00
MnO	»	0.10	0.11
MgO	5.92	4.88	3.70
CaO	3.02	3.62	4.59
Na^2O	3.04	2.84	3.37
K^2O	5.84	5.59	4.55
TiO^2	0.76	1.22	1.40
P^2O^5	0.29	0.60	0.18
H^2O+	1.78	1.44	2.44
H^2O-	»	0.05	0.18
	100.23	100.02	100.47
SiO^2 libre	8.94	6.54	3.12
Or.	34 47	33.36	26.69
Ab.	25.68	24.10	28.30
An.	6.12	8.90	18.07
$CaSiO^3$	3.02	2.20	1.97

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

$MgSiO^3$	13.00	12.20	9.20
$FeSiO^3$	2.11	7.26	5.94
Ma.	3.25	0.23	1.62
Ilm.	1.52	2.28	2.74
Ap.	0.67	1.34	0.34
An%	19	27	39
$\frac{Or.}{Pl}$	1.08	1.01	0.58
Σb.	23.6	25.5	21.8

La composition minéralogique de toutes ces roches est très simple. Leur masse principale est essentiellement fedspathique, constituée, en proportions variables, d'orthose et d'andésine à 30-45 % d'anorthite, parfois d'oligoclase à 20 % d'An. Comme nous l'avons dit, la teneur en quartz est variable, et il semble que, même lorsqu'il est absent au microscope, il n'y ait jamais déficit de silice. Plusieurs de ces roches nettement quartziques, sont riches en micropegmatite, fait déjà signalé pour les lamprophyres du versant alsacien [27].

Parmi les barylites, la biotite prédomine ; elle se présente en phénocristaux et en petites paillettes que l'on peut qualifier de microlitiques. Il est très fréquent de la rencontrer en association avec de l'amphibole, formant des nids d'aspect et d'allure très variables. Une bordure plus foncée, caractéristique des micas des lamprophyres, apparaît dans certains échantillons, surtout dans les minettes alcalines. Quant l'amphibole est présente, elle forme de grandes plages à contours quelconques ou des cristaux de taille plus petite et à forme cristalline régulière. De fines aiguilles et des microlites sans forme nette sont aussi fréquents. Parfois comme il était signalé à maintes reprises dans les Vosges orientales [17, 20, 26, 30, etc.], l'amphibole est de l'ouralite épigénisant l'augite ; la transformation peut être complète et seuls les contours octogonaux de quelques plages indiquent alors que la roche contenait primitivement ce pyroxène. L'augite fraîche est plus rare. Nous ne l'avons rencontrée que dans la kersantite de Cleurie et dans la micromonzonite de la Beheuille.

Il faut aussi signaler la présence très fréquente d'amas ou nids de minéraux phylliteux. Généralement ils sont constitués uniquement par de la biotite ou par un mélange de biotite et de chlorite. Cependant, dans certains de nos filons, ces nids contiennent de l'antigorite et du talc et on peut se demander si ce ne serait pas là le résultat d'épigénies du péridot ou de l'hyper-

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

sthène. Malheureusement ils sont toujours de forme arrondie ou allongée et ne conservent plus les contours du minéral primitif. Ces nids sont souvent calcifiés. Il s'y loge en outre des grains de produits ferrugineux, des aiguilles d'amphibole secondaire et parfois des petits cristaux de sphène. Ces accidents minéralogiques ont donc été le siège d'un jeu de réactions chimiques parfois très complexes.

Comme c'est de règle pour les lamprophyres, la magnétite et l'ilménite sont peu abondants ou même absents ; le zircon et le sphène font aussi défaut. Tout le fer ferrique et le titane sont probablement incorporés dans le mica qui est souvent rempli d'aiguilles de rutile et dégage, en s'altérant, des produits titanifères en forme de petites écailles membraneuses accompagnées d'un minéral ferrugineux opaque. Au contraire, l'apatite est abondante et peut se présenter en grandes plages.

La structure est aussi caractéristique des lamprophyres. Tantôt le grain est assez grossier et les éléments, surtout les feldspaths, tendent vers des formes automorphes, tantôt la roche est compacte, les éléments n'étant pas individualisés et se moulant les uns les autres.

Un autre trait typique des lamprophyres qui se retrouve dans la plupart des roches que nous avons étudiées, est leur état d'altération plus ou moins avancée. La transformation se porte sur les feldspaths (sériciti sation) et particulièrement sur les minéraux colorés. Ce sont : une chloritisation souvent très avancée de la biotite ; la naissance de l'épidote dans les amphiboles, ainsi que dans la masse feldspathique mais à un moindre degré ; l'ouralitisation des pyroxènes ; développement de la calcite et d'agrégats de grains de zoïzite. On sait que d'une manière générale on a essayé d'expliquer cette particularité des filons lamprophyriques par une activité fumerolienne intense provoquant une instabilité de leurs minéraux.

2. DESCRIPTION PÉTROGRAPHIQUE DES ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS

a. Massif du granite de Gérardmer.

Minettes alcalines. — 1. Filon de la vallée de Noire Goutte (un peu avant son débouché dans la vallée du Bouchot). La masse principale est constituée d'orthose groupée en rosettes ou éventails sphérolitiques ou formant des petites plages irrégulières. Il est rempli de très petites paillettes de biotite. De grandes lames de mica noir sont abondantes ; elles ont une bordure plus sombre

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

et contiennent des petites taches polychroïques de la même couleur. La chloritisation du mica se propage à travers la roche par zone ou par taches. Elle attaque fréquemment les parties centrales des nids et des amas micacés. La roche est quartzifère. Le quartz dans certains endroits apparaît en inclusions pœcilitiques dans l'orthose, dans d'autres forme des plages englobant les minéraux voisins. La roche contenait probablement un peu d'amphibole actuellement entièrement calcifiée.

Signalons la présence d'un bloc erratique d'une minette identique à celle de Noire Goutte sur la droite de la haute vallée de Straiture (chemin des Blanches Fontaines à l'Étang).

2. Une autre minette alcaline a été rencontrée dans les gneiss à proximité du massif de Gérardmer. Le filon se trouve en face de Perhy sur le flanc NW de la colline 925 qui borde la cuvette du ruisseau Corbeline (forêt domaniale de la Vologne). Elle se distingue de la précédente surtout par sa structure ; le grain est plus grossier et l'orthose ne forme pas de sphérolites, mais tend vers des formes automorphes ; ce qui rappelle la belle structure grenue du filon des environs de Rochesson que nous décrivons plus loin. L'orthose est parfois zoné d'albite. Le quartz est très peu abondant et peut être d'origine secondaire ; il faut signaler quelques cristaux arrondis de grande taille de quartz énalogène. Le plagioclase semble faire complètement défaut. Le seul barylite est la biotite qui se présente en belles lamelles hexagonales superposées à la manière d'un jeu de cartes. Leur centre de couleur brun et rouge est entouré de zones plus claires et plus sombres de biréfringences inégales (Pl. XXX, fig. 1). La roche contient des amas confus composés d'un mélange de serpentine, talc et chlorite, et contenant un peu de sphène. Peut-être s'agit-il là de péridot transformé.

3 et 4. Les filons de la route de Gérardmer au col de Sapois (dans le granite écrasé de la petite carrière, 100 m. avant la ferme de Phény) et du Bois des Rochires (filons de quelques mètres d'épaisseur transversant le front de taille de la carrière principale de pavés), sont assez riches en quartz et peuvent être considérés comme termes de passage à des microgranites. Les deux roches sont très semblables en plaque mince. Leur structure est très fine. A l'orthose, souvent automorphe dans la roche de Phény et entièrement xénomorphe dans celle des Rochires, s'associe un peu de plagioclase. Le quartz remplit les interstices entre les plages d'orthose ou s'y associe en micropeg-

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

matite extrêmement fine. La minette de Phény est riche en grandes lamelles de mica fortement altéré et rempli de produits ferrugineux. Celle de Rochires contient à côté de la biotite une multitude de très fines aiguilles d'amphibole incolore qui sont isolées dans la masse feldspathique ou bien associées en gerbes. Les deux roches contiennent des nids micacés à structure très fine. L'amphibole aciculaire de la roche des Rochires se loge souvent dans ces nids qui peuvent de plus contenir du sphène, par contre ceux de la roche de Phény sont riches en produits ferrugineux. La minette des Rochires contient en outre des quartz énalogènes qui s'entourent d'une bordure amphibolique constituée d'aiguilles et de fibres pénétrant dans le quartz sous forme de touffes ou de gerbes. Notons la richesse de certains de ces quartz en inclusions liquides comportant souvent une bulle gazeuse entraînée par le mouvement brownien. En guise de minéraux secondaires soulignons la présence de quartz, d'épidote et de zoïsite dans la minette des Rochires, et l'absence complète de calcite dans celle de Phény.

5. *Minette calco-alcaline* des environs de Rochesson (vallée du Bouchot). Les deux échantillons que nous avons étudiés ont été recueillis par Ch. Vélain. Ils se ressemblent beaucoup et proviennent probablement du même gisement[1]. C'est à l'un d'eux que se rapporte l'analyse donnée plus haut (an. A). Leurs feldspaths se présentent en plages rectangulaires de même taille ou, plus rarement, en grains arrondis. C'est essentiellement de l'orthose à macle de Carlsbad. Malgré la valeur du rapport de l'orthose au plagioclase (1.08), ce dernier est peu abondant en plaque mince et n'a pu être déterminé. Il forme aussi quelques phénocristaux. Le quartz est abondant dans les deux échantillons ; d'après l'analyse l'un d'eux se situe à la limite des roches quartzifères et quartziques, l'autre, encore plus riche en quartz, peut même être considéré comme un microgranite[2]. Le quartz donne avec l'orthose une belle micropegmatite qui entoure les cristaux de feldspath. La biotite de couleur brun-rouge, avec

1. L'indication géographique de Ch. Vélain — « entre Vagney et Gérardmer » — est très vague. Nous croyons qu'il s'agit du gisement de l'Urson décrit par Delesse [12]. Il est situé sur la route de Rochesson à Gérardmer, sur le flanc S de la crête de l'Urson, en face de la localité de l'Acheneau et du débouché de la vallée de Noire Goutte. Nous avons visité ce gisement marqué par une carrière abandonnée. Les échantillons recueillis sont identiques à l'un des échantillons de Ch. Vélain.

2. Delesse appelle la roche de l'Urson kersantite-minette [12]. Au contraire Pauly [14] la considère comme un microgranite.

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

des aiguilles de rutile disposées parallèlement aux contours hexagonaux du mica, est tantôt calcifiée, tantôt partiellement chloritisée. Les aiguilles de rutile subsistent à travers ces minéraux nouveaux. Les petites paillettes micacées de la pâte sont probablement d'une composition chimique un peu différente (couleur vert-brun) de celle des grandes lames. Elles s'associent en agrégats et entourent d'une couronne des petits amas d'amphibole. Les deux roches contiennent aussi des phénocristaux d'amphibole qui, comme le mica, peuvent être calcifiés.

On a vu que d'après ses paramètres magmatiques et le rapport d'orthose au plagioclase, la roche de la vallée du Bouchot se rattache à la branche orthosique des syénites calco-alcalines [1]. Cependant la roche analysée étant légèrement altérée, les résultats de l'analyse doivent être étudiés de plus près. Ainsi l'état calcifié des éléments colorés de la roche a nécessairement exagéré la teneur en minéraux calciques virtuels. Cette erreur ne peut pas être évaluée, car le CO^2 n'a pas été dosé. D'après la règle générale l'altération des roches est accompagnée du départ d'un peu de soude et de la mise en liberté de l'alumine. La teneur en cette dernière est aussi augmentée par le fait que le mica est calculé sous forme d'orthose et de métasilicates de magnésie et de fer. Or, la présence de la calcite dans la roche a donné une telle quantité de chaux que cet excès d'alumine s'est trouvé largement compensé et calculé sous forme d'anorthite. La quantité réelle de ce minéral est sans doute plus faible, et par conséquent la roche est plus alcaline que ne le donne le calcul de l'analyse.

Il en est de même du métasilicate de chaux : suivant la marche normale du calcul d'une analyse — on calcule d'abord l'anorthite en saturant l'alumine disponible par de la chaux ; ensuite la chaux qui subsiste après cette opération est calculée sous forme de métasilicate. Or, nous avons vu que d'une part la teneur de la roche en chaux est exagérée, mais que d'autre part sa plus grande partie est calculée sous forme d'anorthite. La valeur du métasilicate de chaux calculé est donc erronée et nous ne pouvons même pas juger du sens de l'erreur. Cependant comme la roche contient de l'amphibole, il y a lieu de la rattacher au type calco-magnésien, ce qui est conforme à son paramètre l, malgré sa valeur inexacte.

1. A. Lacroix. *Classification des roches éruptives*, extrait de « Contribution à la connaissance de la composition chimique et minéralogique des roches éruptives de l'Indochine » — *Bull. Serv. Géol. de l'Indochine*, vol. XX, fasc. 3, Hanoï, 1933.

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

Nous avons rencontré (Plateau au N de Gérardmer, près de la ferme du Beau Roulier) un bloc erratique de plusieurs mètres cube d'une minette identique à celle de la vallée de Bouchot.

6. *Kersantite à Pyroxène* de Cleurie (200 m. SW du village) Son aspect extérieur est très caractéristique, la roche est de couleur rouge et riche en barylites. Au microscope, l'orthose, souvent en prismes trapus ou même carrés, est remarquablement frais. Au contraire le plagioclase, qui est très abondant et se présente en cristaux aplatis, est complètement séricitisé.

Les barylites, — biotite et augite incolore — ont des formes automorphes. La première est caractérisée par une large bordure très sombre. La seconde, souvent maclée, se présente en prismes courts à sections octogonales. Comme dans les filons décrits plus haut, cette roche contient des nids calcifiés de mica chloritisé et associé à de l'antigorite : ils pourraient résulter de la transformation de l'hypersthène. La roche est très pauvre en quartz, à part quelques amas de plages arrondies probablement étrangères au magma.

Un bloc erratique de cette roche a été rencontré dans la Forêt de Frouard près du col de la Mousse.

7. *Microsyénite à faciès lamprophyrique* du Bois de la Beheuille. L'échantillon étudié provient de la collection Ch. Vélain. Nous n'en avons pas retrouvé le gisement. Le fond de la préparation microscopique est une minette caractéristique, mais la roche est riche en petits phénocristaux de plagioclase acide. La masse principale est orthosique et à grain excessivement fin. Certaines plages de ce feldspath de taille un peu plus grande donnent à la roche une légère orientation. La séricitisation est plus forte dans les phénocristaux que dans la pâte. A côté de la biotite chloritisée il y a de l'augite en voie de transformation en ouralite.

8. *Micromonzonite à faciès lamprophyrique.* Ce filon très particulier se trouve dans les gneiss sur le flanc S de la Beheuille (chemin forestier de mi-pente). La masse de la roche est entièrement orthosique et à grain assez grossier, mais ces feldspaths sont complètement remplis de paillettes de biotite d'une très grande finesse, dont le faciès rappelle les micas néogènes des schistes micacés de contact. Ce mica rend la roche noire à l'œil nu ; au microscope aux faibles grossissements il donne un semblant de schillérisation à l'orthose. Au contraire les phénocristaux de

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

feldspath sont limpides ; c'est un plagioclase (andésine avec jusqu'à 50 % d'An.) fréquemment zoné, dont le centre et les bords sont généralement plus acides qu'une des zones médianes qui peut se séricitiser complètement. D'autres phénocristaux sont de l'augite incolore, de grande taille, avec de nombreuses macles, et de la biotite de couleur brun-rouge. Il est à remarquer que les phénocristaux de feldspath sont souvent de forme arrondie et que ceux d'augite et de biotite contiennent de nombreuses inclusions feldspathiques : il y aurait peut-être lieu de leur attribuer une origine énalogène. La roche contient en outre des nids de matières micacées et talqueuses. Comme minéraux secondaires signalons la présence d'amas de quartz et d'épidote. Ce dernier minéral se loge fréquemment dans l'augite.

L'analyse chimique (an. B) permet de qualifier cette roche de micromonzonite mésocrate quartzifère. Remarquons que malgré sa richesse en biotite, dont la potasse est entièrement calculée sous forme d'orthose, la quantité virtuelle de cette dernière est plus faible que ne le montre l'étude de la plaque mince. D'autre part le plagioclase calculé ne contient que 27 % d'anorthite, tandis que les phénocristaux, qui sont, comme on l'a vu, les seuls plagioclases de la roche, se rapprochent du labrador. Il semble donc que la plus grande partie de la soude soit incorporée dans l'orthose qui forme la masse principale de la roche et qui serait donc une orthose sodique (cette particularité se rencontre d'ailleurs fréquemment dans les monzonites : ainsi elle caractérise la roche de Monzoni). Signalons aussi que la présence des minéraux secondaires et des amas talqueux ont légèrement influencé les teneurs en silice libre et en métasilicates calculés.

b) Massif du granite de la Bresse.

Parmi les filons à faciès lamprophyrique que nous avons étudiés, il y en a trois que l'on doit considérer plutôt comme des *microgranites riches en barylites*. L'un deux affleure dans le lit du ruisseau sous le pont de la Bresse (en face de la mairie) ; l'autre, exploité pour l'empierrement, se trouve à 4 km. environ de la Bresse, sur la grand'route de Cornimont ; des blocs du troisième se rencontrent dans les carrières de la Grosse Pierre (N de la Bresse).

1. Le premier de ces filons est celui qui se rapproche le plus du microgranite ; il est riche en quartz et en micropegmatite de quartz-orthose, et pauvre en plagioclase (35 à 37 % d'An.). La roche est caractérisée par une épidotisation intense. Des cris-

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

taux de ce minéral se logent dans les plages d'amphibole, dans la masse feldspathique et sur la bordure des agrégats micacés. Les minéraux colorés sont abondants tant en phénocristaux qu'en microlites. Il faut signaler la présence de très grandes apatites.

2. Le filon de la route de Cornimont est à grain plus fin et moins riche en quartz ; il contient les mêmes feldspaths. Suivant les échantillons les éléments colorés sont tantôt plus ou moins frais tantôt fortement transformés. Ce sont également : la biotite chloritisée (entièrement ou par feuillets alternants) et remplie de produits titanifères, l'amphibole qui est ici en voie de résorption, et parfois l'augite ouralitisée. Quand la hornblende est fraîche elle est brunâtre au centre et verdâtre sur les bords. Comme minéraux secondaires on trouve de l'épidote et de la calcite associées aux éléments colorés. La roche contient en outre un peu de magnétite et de l'ilménite.

3. Enfin les blocs de la Grosse Pierre, bien que rappelant par leurs éléments primaires et secondaires la roche précédente, en diffèrent par leurs feldspaths automorphes analogues à ceux des roches de la vallée du Bouchot. L'amphibole de l'échantillon étudié est, en plaque mince, tantôt incolore, tantôt vert bouteille. Ce n'est que dans ce dernier cas qu'elle est attaquée par l'épidotisation.

4. Dans les mêmes carrières de la Grosse Pierre on rencontre aussi des blocs d'une autre roche lamprophyrique, très compacte, sombre et à cassure subconchoïdale. Sa composition minéralogique ressemble à celle du lamprophyre de la même localité, décrit par MM. C. Friedländer et P. Niggli [33] (dont nous avons donné l'analyse plus haut (an. C.). Cependant elle ne contient pas les phénocristaux de diopside que signalent ces auteurs. L'étude microscopique révèle une structure extrêmement fine, presque microlitique, où des nuages de petites paillettes de mica et des aiguilles d'amphibole sont noyés dans une masse feldspathique remplie de fine poussière de séricite et de zoïzite. Le feldspath semble être uniquement un plagioclase, tandis que l'analyse montre une assez grande quantité d'orthose. Il est probable que la potasse est en grande partie incorporée dans le mica et par conséquent la roche, qui par sa composition minéralogique réelle se rapproche d'une spessartite, est une *kersantite hétéromorphe*. Notons la présence du quartz secondaire en forme de petites géodes nettement étrangères à la roche. Comme pour les analyses A et B la présence des minéraux nouveaux a dû

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

influencer l'analyse chimique exagérant les valeurs calculées de silice libre, d'anorthite et de métasilicate de chaux.

Il ne nous reste plus à décrire que les deux *microsyénites à faciès lamprophyrique* récoltées l'une au N de la Bresse, à côté du chemin de la Louvière, l'autre dans la vallée de la Moselotte en amont de la Bresse (en face de Réchigoutte).

5. La première est encore une roche dont la pâte est à grain excessivement fin. Les éléments colorés sont ceux des lamprophyres (mica brun-rouge, à bords sombres et amphibole), mais la plaque mince montre quelques phénocristaux de feldspath, ce qui oblige à la considérer comme une microsyénite calco-alcaline. La particularité de la roche est la présence de petits nids composés d'aiguilles d'actinote incolore entourée d'une bordure micacée. Aucun élément de la roche n'est transformé.

6. La *microsyénite* de Réchigoutte est à grain plus grossier et montre une légère fluidalité. Elle est riche en éléments colorés. Comme dans la roche précédente, les phénocristaux montrent des phénomènes de résorption intense. Les transformations sont assez importantes : en plus de la chloritisation et de l'épidotisation on voit souvent une pénétration de l'amphibole par de la biotite. Dans la pâte, l'orthose prédomine sur le plagioclase (30 à 35 % d'An.). La roche contient quelques phénocristaux de quartz et de feldspath (andésine à 40 %) étrangers au magma et montrant des traces de fusion sur les bords.

3. LES ENCLAVES

L'intérêt particulier des filons lamprophyriques du massif de la Bresse est la présence dans certains d'entre eux d'enclaves, généralement anguleuses, de roches cristallines très variées [34]. On les rencontre en très grand nombre dans le filon exploité de la route de la Bresse à Cornimont (2e) où nous avons pu en recueillir une collection assez variée. En plus il y en a une dans un des blocs de microgranite à faciès lamprophyrique de la Grosse Pierre (3e). Nous avons aussi constaté leur présence dans les filons du chemin de la Louvière (5e) et de Réchigoutte (6e).

Les roches que l'on trouve parmi ces enclaves sont plus ou moins orientées et appartiennent pour la plupart à la série cristallophyllienne profonde. On y rencontre toute une suite de roches plagioclasiques telles que diorites et orthoamphibolites feldspathiques ou sans feldspath, ainsi que des orthogneiss et des granites orientés, différents des granites postdinantiens, et, ce qui est

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

assez curieux, des paragneiss avec de la cordiérite, de la sillimanite et du grenat.

Le fait est important, car il permet de douter de la nature batholitique du granite de la Bresse et semble indiquer l'existence d'un soubassement cristallophyllien au-dessous de ce granite. On ne peut pas donner une explication tectonique de ce phénomène, car les granites des Vosges centrales sont posttectoniques et de ce fait n'ont pas subi d'actions dynamiques importantes. En effet les seuls accidents que l'on trouve dans le granite de la Bresse sont quelques zones de faible écrasement n'apparaissant que sur sa bordure ou parfois transversalement à son allongement. On pourrait supposer d'autre part que le massif de granite de la Bresse contient lui-même des lambeaux non digérés de roches cristallophylliennes et que les filons nous apportent sous forme d'enclaves des débris de ces lambeaux. Cette hypothèse nous semble insuffisante, car les filons à enclaves étant disséminés dans tout le massif de la Bresse (fig. 1), il faudrait admettre la présence d'un tel lambeau pour chacun des filons. Remarquons d'ailleurs qu'aucun des filons de microgranite (très nombreux dans le massif de la Bresse) ne contient d'enclave cristallophyllienne.

Il n'y a rien de surprenant de voir les lamprophyres charrier des blocs de roches de profondeur, car on considère généralement ces roches filoniennes comme résultant d'une différenciation du magma profond. Le fait de contenir des enclaves de roches provenant d'en dessous du granite confirme donc cette manière de voir. Il est probable que le magma de ces filons avant qu'il n'ait pénétré dans les fentes du massif granitique, avait cheminé au travers d'une zone constituée de roches basiques et de gneiss.

Rappelons qu'un phénomène analogue a été signalé par Lossen [18] et [19] et Koch [23] à Michaelstein dans le Hartz, avec cette différence toutefois que les filons de kersantite traversent les schistes du Dévonien inférieur. Ici aussi les kersantites (à cordiérite) ramènent un grand nombre d'enclaves de gneiss à grenat, sillimanite, disthène, staurotide et corindon.

Il n'est pas sans intérêt de décrire ici deux enclaves que nous avons trouvées dans le granite de la Bresse lui-même (carrière de la Grosse Pierre) pouvant, peut-être, provenir de la même zone profonde que celles des filons lamprophyriques. Toutes les deux sont des roches un peu spéciales et ne ressemblent aux enclaves des lamprophyres que par leur nature basique.

L'une est nettement orientée et par sa constitution minéralo-

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

gique doit être rattachée aux gneiss andésiniques à amphibole, pauvres en quartz. L'autre à grands éléments est un *gabbro quartzique à pyroxène incolore* (diopside) avec un peu d'amphibole et de biotite. Quelques particularités de sa structure rappellent un peu certaines roches endomorphiques de Flamanville, riches en chaux. L'enclave de gabbro est traversée de veines de granite un peu plus leucocrate que le granite normal. L'enclave gneissique est remplie de lamelles de mica identique à celui du granite encaissant, et il semblerait que leur présence dans l'enclave soit due à l'action exomorphe de ce dernier. C'est ainsi que le mica enrichit seulement certains lits et fait défaut dans d'autres. D'autre part, les lits chargés de mica sont aussi plus riches en quartz. Les feldspaths, en plus d'une allure granoblastique, montrent également quelques particularités : ce sont des andésines à 47 % d'An. bordées d'oligoclase à 20 %[1], et il arrive fréquemment que les lamelles de mica, qui, en général, ne respectent ni la structure de la roche, ni les contours des minéraux qui la composent, se logent précisément dans cette zone plus sodique. On voudrait donc attribuer la formation du mica, de la majeure partie de quartz et des bordures plus acides des plagioclases à des solutions alcalines du magma granitique qui auraient imbibé l'enclave : celle-ci aurait été primitivement une *amphibolite leucocrate.*

Les actions exomorphes du magma granitique ont donc été, comme d'ailleurs on pouvait s'y attendre, beaucoup plus intenses que celles exercées par le magma des lamprophyres. Les deux enclaves de la Grosse Pierre ont leurs angles arrondis et passent à la roche encaissante par une bordure enrichie en minéraux colorés. Au contraire la plupart des enclaves du filon de la route de Cornimont sont nettement anguleuses. Cependant des phénomènes d'exomorphisme et de fusion s'y rencontrent aussi. Très souvent le magma des filons envoie des digitations dans l'enclave (Pl. XXX, fig. 3) ; elles s'insinuent entre les éléments de cette dernière et réussissent même, à proximité de la bordure, à les séparer complètement. On peut aussi rencontrer des éléments de l'enclave flottant dans la roche encaissante à quelque distance de son bord. La roche qui constitue ces digitations est généralement plus leucocrate et plus alcaline que la roche normale dont elle provient. D'ailleurs on rencontre ces digitations surtout dans les enclaves de roches quartziques et de gneiss (on les verra très

1. Notons que la teneur en anorthite des plagioclases du granite de la Bresse ne dépasse jamais 33 %. Ce granite est, d'autre part, riche en orthose.

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

développées dans la cordiéritite) et très rarement dans les amphibolites et dans les diorites. Au contraire, les petites enclaves arrondies d'amphibolite non feldspathique du filon en face de Réchigoutte (dans lequel les actions exomorphes du magma étaient plus intenses) sont entourées d'une bordure de biotite qui fait penser aux nids micacés si fréquents dans les lamprophyres que nous avons décrits plus haut.

Un fait à signaler est l'altération très constante des minéraux des enclaves (autant des lamprophyres que du granite). Elle est généralement du même genre que celle des roches lamprophyriques elles-mêmes : c'est-à-dire, une séricitation des feldspaths plus ou moins forte, une chloritisation du mica, souvent complète, un développement de zoïsite et d'épidote, etc... Ces transformations sont donc postérieures à la mise en place des filons. Cependant d'autres transformations sont de nature plus spéciale et semblent résulter de conditions physico-chimiques différentes de celles qui ont provoqué les premières. Telles sont les transformations de la cordiérite en gigantolite, c'est-à-dire en un amas micacé, et du grenat en biotite (Pl. XXX, fig. 2). Il est difficile de se prononcer sur l'époque de ces transformations. Toutefois on ne saurait les attribuer aux actions magmatiques des filons, car les cordiérites des enclaves dans les trachytes du Puy de Dôme, décrites par M. A. Lacroix, sont absolument intactes. Notons aussi, que la cordiérite des gneiss des Vosges est souvent fraîche mais que celle qu'on rencontre dans les granites est toujours transformée.

Remarquons qu'il ne se trouve pas de roches de même nature que celles des enclaves dans les environs immédiats du massif granitique de la Bresse : elles ne sont connues ni dans le lambeau de la Gesse (au-dessus du col de la Grosse Pierre), qui se trouve au contact de ce massif avec celui du granite de Gérardmer, ni dans la bande de gneiss traversés de granites qui continue le massif de la Bresse vers le NE. Cependant M. Jung signale la présence d'amphibolites dans le lambeau gneissique des Belles Huttes [32].

La cordiérite est très fréquente dans les gneiss des Vosges, mais nous n'avons jamais rencontré de cordiéritites analogues à celles des enclaves. Au contraire les accidents amphiboliques y sont extrêmement rares et toujours de très peu d'importance. Nous avons pu comparer nos enclaves à quelques échantillons d'amphibolite recueillis par Mme Jérémine au-dessous (W) du col de la Bonne Fontaine (route de Liezey à Tendon) et aux environs d'Eloyes. Ces roches apparaissent en forme de lits sans con-

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

tinuité dans les gneiss. Leur ressemblance avec les roches amphiboliques des enclaves est très grande. La composition minéralogique est la même : andésine à 45 % d'An., amphibole, parfois biotite, avec ou sans quartz. Mais le fait essentiel qui les rapproche des roches des enclaves est leur structure de passage des diorites aux amphibolites. La véritable structure granoblastique n'apparaît que rarement. Généralement la structure est plutôt grenue grâce à l'absence de l'orientation nette et parfois aux formes automorphes que prennent les amphiboles.

4. DESCRIPTION PÉTROGRAPHIQUE DES ENCLAVES

a) Filon de la route de la Bresse a Cornimont.

1. *Diorites quartziques à amphibole.* — Ce sont des roches vaguement orientées, à grain moyen. Les influences du métamorphisme profond se traduisent par une structure qui, malgré la dimension des éléments, peut être considérée comme granoblastique à cause de la forme arrondie des éléments constituants. Ces éléments sont : l'amphibole de couleur verte, parfois bleuâtre, souvent accompagnée de biotite, et l'andésine à 30 % d'An., toujours sériciteisée et zoïsitisée à un degré variable. L'amphibole englobe quelquefois des grains arrondis de feldspath. La coloration verte n'est pas régulière et par place on reconnaît la couleur primitive, plus claire. Il est probable que cette teinte, plus intense, est due à l'oxydation du fer ferreux, causée par l'échauffement de la roche par le magma encaissant. A côté de la hornblende verte, certaines plaques minces montrent une amphibole aciculaire incolore, dont le feutrage semble parfois remplacer la hornblende normale. L'épidote et parfois la calcite s'associent à l'amphibole. Les roches contiennent aussi un peu de quartz, qui apparaît dans les bandes pauvres en amphibole. Criblé, dans certains cas, d'inclusions, il pourrait être d'origine secondaire. Les phénomènes de fusion au contact de la roche encaissante sont minimes.

2. *Amphibolites feldspathiques.* — Par leur composition minéralogique elles ressemblent aux diorites que nous venons de décrire, mais leur grain est beaucoup plus fin ; l'orientation est très nette même en plaque mince, et la structure toujours franchement granoblastique, peut même devenir légèrement diablastique. Aux feldspaths et à l'amphibole s'ajoute parfois l'augite, incolore en plaque mince, se transformant en amphibole acicu-

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

laire verdâtre, accompagnée d'épidote. Le quartz est moins abondant que dans les diorites. Il forme des petits grains englobés poecilitiquement par l'amphibole.

3. *Amphibolites non feldspathiques.* — A l'œil nu ces roches sont d'un vert clair. Leur constituant unique est une amphibole vert pâle. Par tâches et par traînées ce minéral est entouré d'un feutrage de petites lamelles de chlorite. Cette masse chloriteuse ronge les cristaux de la hornblende et efface leurs contours primitifs.

Les actions du magma se traduisent par l'apparition d'une frange, très mince, de couleur plus foncée qui borde les plages d'amphibole en contact avec la roche encaissante.

4. *Granite orienté à amphibole et biotite.* — Cette roche est constituée de grandes plages d'orthose séricitisée, accompagnées de plagioclase, de quartz assez abondant, de grandes lames de biotite, presque complètement chloritisée, et d'un peu d'amphibole verte. Ce granite est très différent de celui de la Bresse.

Les phénomènes de fusion et d'injection par le magma sont très importants. La roche encaissante envoie des digitations allongées plus leucocrates et à grain plus fin, qui peuvent pénétrer loin à l'intérieur de l'enclave. Des nids d'épidote se forment dans ces digitations.

5. *Granite calcoalcalin orienté* ou *orthogneiss andésinique* à mica chloritisé. La masse principale du feldspath est de l'andésine à 40 % d'An. maclée et fortement séricitisée, accompagnée d'un peu d'orthose. La biotite est entièrement choritisée ; elle contient des petits cristaux de sphène secondaire et parfois de l'épidote.

Les phénomènes de fusion et d'injection sont encore plus développés que précédemment. Sur les bords de l'enclave on rencontre de grands cristaux de quartz et de feldspath qui faisaient primitivement corps avec elle et sont maintenant entièrement séparés par les digitations de la roche encaissante.

6. *Gneiss andésinique à grenat transformé.* — Cette roche est remarquable par ses feldspaths (andésine à 35 % d'An.) très frais, à peine séricitisés. Le quartz est moins abondant et moins régulièrement granoblastique que le feldspath. Le mica brun-vert est partiellement chloritisé. Le mode de transformation du grenat est assez particulier (Pl. XXX, fig. 2). Ce minéral est

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

débité par des cassures irrégulières, très larges, et remplies d'un mica vert. Il ne subsiste du grenat que quelques restes anguleux noyés dans une masse micacée et affectant ainsi une sorte de structure maillée. Cette masse micacée contient souvent des plages ou de la poussière de magnétite. Les phénomènes de résorption sont faibles ; les angles et les arêtes de l'enclave sont vifs.

Cordiéritite transformée à sillimanite et grenat. — A l'œil nu la roche est noire. Au microscope elle est constituée presque uniquement de *gigantolite* formée tantôt de quadrillage de lamelles de mica, tantôt par une masse micacée désordonnée (Pl. XXX, fig. 3 *a*). Çà et là on aperçoit des petites taches jaunes qui sont des reliquats des auréoles polychroïques autour des grains de zircon, caractéristiques de la cordiérite. La roche contient aussi du grenat qui subit la même transformation que celui du gneiss précédent. Le mica qui constitue la gigantolite est tantôt incolore, tantôt vert, comme les produits de transformation du grenat, ou bien brunâtre. Cette dernière teinte apparaît surtout autour des grains ou des plages des minerais opaques (magnétite) : elle est donc probablement due à l'absorption du fer par la molécule du mica. Des amas et des gerbes d'aiguilles de sillimanite, souvent orientées parallèlement entre elles, se rencontrent dans la gigantolite. On trouve aussi quelques grandes plages de biotite primaire.

Les digitations de fusion sont plus développées que dans n'importe quelle autre enclave (Pl. XXX, fig. 3 *b*) ; on les voit même à l'œil nu grâce à la couleur rose de leur feldspath, se détachant sur le fond sombre de la roche. Quelquefois les paillettes micacées de l'enclave s'orientent perpendiculairement à sa bordure et forment une lisière plus ou moins continue le long du bord de l'enclave. Cette lisière est souvent noircie par de la poussière de magnétite.

b) Enclaves des autres filons.

Les enclaves des autres filons sont identiques ou voisines de celles que nous venons de décrire. Telles sont les enclaves de diorite dans les filons de la Grosse Pierre et du chemin de la Louvière. Une d'elles (la Grosse Pierre) est composée de feldspath entièrement séricitisé et d'amphibole en prismes pointus accompagnés de pyroxène.

Les enclaves du filon situé en face de Réchigoutte sont plus

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

petites et de forme arrondie. En plus d'enclaves dioritiques, ce filon est particulièrement riche en très petites enclaves d'amphibolite non feldspathique, composée d'amphibole claire. Des bordures de biotite signalées plus haut, qui les entourent, montrent que les actions exomorphes et endomorphes étaient plus intenses dans ce filon que dans les autres. Des phénocristaux de quartz et de feldspath étrangers au magma et fondus sur leurs bords, qu'on rencontre en assez grande quantité, peuvent être considérés comme des éléments d'enclaves disparues par résorption.

BIBLIOGRAPHIE DES TRAVAUX SUR LES LAMPROPHYRES DES VOSGES

1. W. Voltz. Topographische Uebersicht der Minéralogie der beiden Rhein-Departemente, 1828, p. 54.
2. Réunion extraordinaire à Strasbourg de la Société Géologique de France, *Bull. Soc. Géol. Fr.*, t. VI, 1835, p. 45.
3. H. Hogard. Description minéralogique et géologique des régions granitiques et arénacées du système des Vosges. Épinal, 1837.
4. E. Puton. Métamorphoses et modifications des roches des Vosges. Congrès Scientifique de France. Metz, 1837.
5. Elie de Beaumont. Explication de la carte géologique de France. Paris, 1841, t. 1, p. 370.
6. H. Hogard. Aperçu sur la constitution minéralogique et géologique du département des Vosges. Statistique générale du département des Vosges, 1845, p. 92.
7. *id.* Carte, croquis et coupes pour servir à l'explication de la constitution géologique des Vosges. Épinal, 1846.
8. Fournet. Résultats d'une exploration géologique dans les Vosges. *Bull. Soc. Géol. Fr.* (2), t. IV, 1846, p. 220.
9. A. Delesse. Recherches sur le kersanton et sur quelques roches de la même famille. *Bull. Soc. Géol. Fr.* (2), t. VII, 1850, p. 704.
10. *id.* Mémoire sur la constitution minéralogique et chimique des roches des Vosges. Diorite de Fondromé et de Rothau, diorites micacées, kersantites. *Ann. des Mines* (4), XIX, 1851, p. 149.
11. Daubrée. Description géologique et minéralogique du département du Bas-Rhin. Strasbourg, 1852.
12. A. Delesse. Mémoire sur la constitution minéralogique et chimique des roches des Vosges. Minette. *Ann. des Mines* (5), t. X, 1856, p. 517-578.
13. Koechlin-Schlumberger. Mémoire sur le terrain de transition des Vosges. Strasbourg, 1862, p. 211-237.
14. Pauly. Ueber Minetten und Glimmorporphyrite vorzüglich im Odenwald. *N. J. für Min.*, etc., 1863, p. 257-317 et 418-442.

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

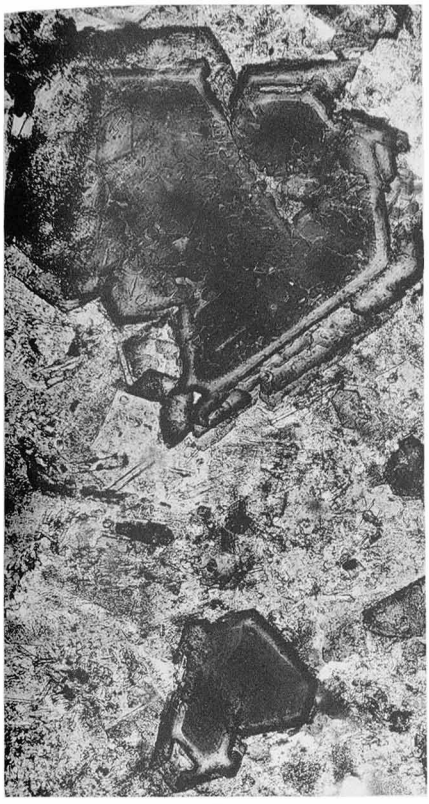
15. Rosenbusch. Die steger Schiefer und ihre Kontaktzone an den granititen von Barr-Andlau und Hochwald. *Abh. Geol. Specialkarte Els.-Loth.*, t. I, 1877, p. 1-394.
16. P. Groth. Das Gneissgebiet von Markirch im Oberelsass. *Ibid.*, t. I, 1877, p. 395-488.
17. E. Cohen. Kersantit von Laveline. *N. J. für Min.*, etc., 1879, p. 858.
18. K. A. Lossen. Ueber Kersantit aus dem Unterdevon von Michaelstein bei Blankenburg. *Zeit. d. Deutsch. Geol. Ges.*, t. XXXII, 1880, p. 445 et t. XXXIV, 1882, p. 658.
19. E. Cohen. Ueber einige Vogesengesteine. *N. J. für Min.*, etc. 1883, I, p. 199.
20. A. de Lapparent. Traité de Géologie, 1883, p. 581.
21. G. Linck. Geognostich-petrographische Bechreibung des Grauwackengebietes von Weiler bei Weissenburg. *Abh. Geol. Specialkarte Els.-Loth.*, t. 3, 1884, p. 1-71.
22. M. Koch. Untersuchungen über den Kersantit von Michaelstein. *Jahrb. K. preuss Geol. Landesanst.*, t. 29, 1886, p. 45-104.
23. G. Linck. Ueber ein neues Vorkommen von Minetten in Weiler bei Weissenburg. *Mitt. Geol. Landesanst., Els.-Loth.*, 1887.
24. Ch. Vélain. Le Carbonifère dans la région des Vosges. *Bull. Soc. Géol. Fr.* (3), t. XV, p. 703, 1887.
25. E. Cohen. Das obere Weilerthal und das zunächst angrenzende Gebirge. *Abh. Geol. Spezialk. Els.-Loth.*, 1889, 3, p. 137-269.
26. A. Leppla. Ueber das Grundgebirge der Pfälzischen Nordvogesen (Hartgebirge). *Zeit. Deutsch. Geol. Ges.*, t. XLIX, 1892, p. 400.
27. A. Andreae. Ueber Hornblendekersantit und den Quartzmelaphyr von Albersweiler (R.-Pf.). *Ibid.*, XLIV, 1892, p. 824.
28. W. Bruhns. Kersantitgänge und Quartzporphyre bei Markirch. *Mitt. Geol. Landesanst. Els.-Loth.*, 1899, t. IV, p. cxxix.
30. H. Rosenbusch. Mikroskopische physiographie, t. 2, 1907, p. 644-673.
31. H. Buecking. Beiträge zur Geologie des oberen Breuschthales in den Vosgesen. *Mitt. Geol. Landesanst. Els.-Loth.*, t. XII, 1918-20, p. 1.
32. J. Jung. Contribution à la géologie des Vosges hercyniennes d'Alsace. *Mém. Serv. Carte Géol. Als.-Lor.*, n° 2, 1928, p. 354.
33. C. Friedländer et P. Niggli. Beitrag zur Petrographie der Vogesen. *Schweiz. Min.-Petr. Mitt.*, t. XI, 1931, p. 378.
34. G. Choubert. Sur les enclaves de quelques filons des environs de la Bresse (Vosges). *CR. Ac. Sc.*, t. 200, 1935, p. 1122.

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

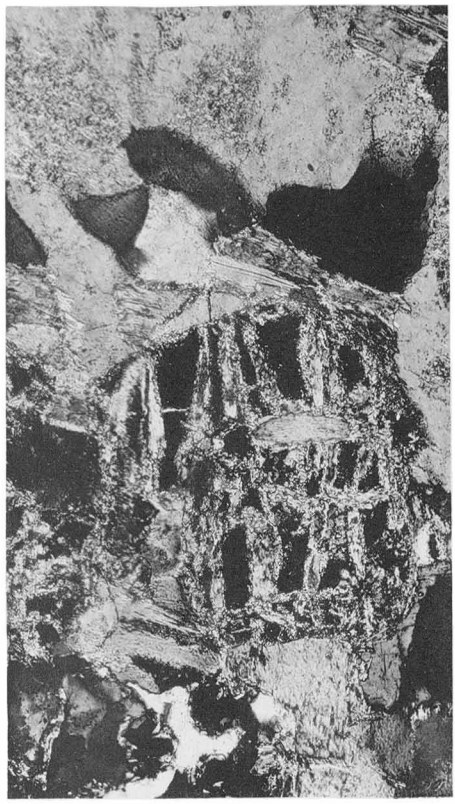
EXPLICATION DE LA PLANCHE XXX

1. Biotite zonée de la minette de la rive droite du ruisseau Corbeline en face de Pevhy (Vosges). Grossissement 86. Lumière naturelle.
2. Transformation du grenat en biotite. Enclave de gneiss andésinique dans le filon de lamprophyre de la route de la Bresse à Cornimont. Grossissement 86. Lumière polarisée.
3. *a*) Enclave de cordiéritite transformée entièrement en gigantolite dans le filon de lamprophyre de la route de la Bresse à Cornimont.
   b) Digitation de fusion sur la bordure de l'enclave. La roche qui remplit cette digitation devient de plus en plus leucocate en s'approchant du centre de l'enclave. Grossissement 30. Lumière polarisée.

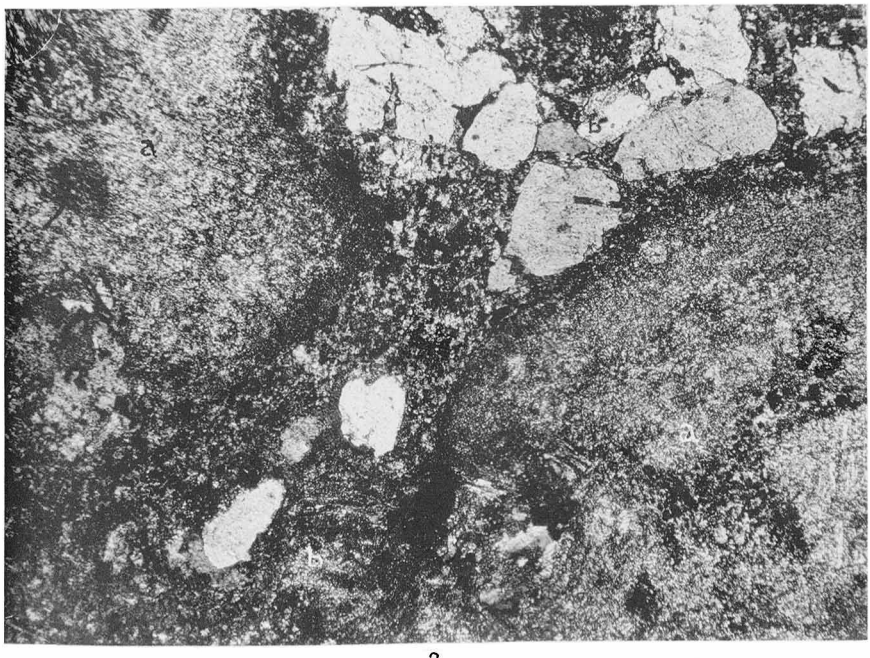
Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC



1



2



3

Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

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

UTILITÉ DE LA NOTION DES ÉCHANGES DE BASES POUR LA COMPARAISON DES EAUX SOUTERRAINES VADOSES

PAR **H. Schœller**[1].

PLANCHE XXXI

Au cours d'une précédente étude (1), j'ai montré que l'inégalité pouvant exister entre les milliéquivalents Na et Cl des eaux souterraines vadoses trouvait dans un grand nombre de cas, une explication toute naturelle dans la notion des échanges de bases, découverte par les agronomes. Je voudrais exposer dans cette note combien peut être utile cette notion d'échanges de bases lorsque l'on a à comparer des eaux souterraines.

Il est avant tout nécessaire d'exposer ici le mode de représentation graphique des analyses que nous employons et que nous recommandons pour les nombreux avantages qu'il présente. Ce mode de représentation est calqué sur celui qu'a utilisé M. de Stepanoff (2). Nous l'avons perfectionné en y portant les milliéquivalents et les produits de solubilité. Ceux-ci sont placés sur une échelle logarithmique et les points obtenus sont réunis par des droites.

Grâce à cela nous pouvons comparer des eaux sans avoir besoin de réduire en pourcentage les milliéquivalents comme on le fait selon la méthode américaine (3) qui conduit, à mon sens, à des erreurs, en raison de la constance des ions CO^3 (4). Dans un tel graphique, toute droite réunissant deux éléments A et B d'une même eau, et parallèle à une autre droite réunissant les mêmes éléments A et B d'une autre eau, indique un même rapport $\frac{A}{B}$ des deux eaux. Des eaux semblables, à faible concentration c'est-à-dire où le produit de solubilité $[SO^{4--}].[Ca^{++}]$ n'est pas atteint, présenteront donc des graphiques formés de traits parallèles, sauf pour ceux réunissant le CO^3 qui reste toujours à peu près le même (4). Les autres avantages de ce mode de représentation sont d'avoir immédiatement sous les yeux la concentration, puis de ne point enchevêtrer les graphiques des différentes eaux, ce qui arriverait infailliblement avec la méthode de réduction en pourcentage des milliéquivalents, et enfin de pouvoir se

1. Note présentée à la séance du 16 décembre 1935.

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

rendre compte immédiatement si le produit de solubilité $[SO^{4--}]$. $[Ca^{++}]$ est atteint. Veux-t-on savoir si ce produit l'est, c'est-à-dire si l'eau ne peut plus dissoudre de SO^4 ou de Ca, l'on tire une droite joignant les milliéquivalents SO^4 et Ca. Si cette droite coupe la verticale $[SO^4]$. [Ca] au-dessous de S qui est la valeur correspondant à celle du demi-logarithme du produit $[SO^4]$ [Ca] quelque peu différent de $[SO^{4--}]$. $[Ca^{++}]$ (c'est-à-dire que l'on a log. $S = 1/2 \log [SO^4]$ [Ca]) le produit de solubilité n'est pas atteint. Veux-t-on de même savoir si le produit de solubilité $[CO^{3--}]$. $[Ca^{++}]$ est atteint ou dépassé, on opère de la même manière en joignant CO^3 combiné = A et Ca et l'on voit si la droite coupe la verticale du produit [A]. [Ca] sous ou au-dessus le point S correspondant au pH de l'eau. J'ai en effet calculé ces points S pour chaque pH et pour les produits non $[CO^{3--}]$. $[Ca^{++}]$ mais [A]. [Ca]. Ces points S varient d'ailleurs avec la présence d'autres ions. Enfin une telle représentation permet de suivre les enseignements de la dissociation ionique ; car vouloir, comme le font encore trop souvent certains auteurs, représenter sur des graphiques des reconstitutions hypothétiques « des sels contenus dans l'eau » est une franche erreur. Vouloir représenter « hypothétiquement des reconstitutions des sels primitivement dissous par les eaux » est encore possible à la rigueur, mais c'est surtout œuvre des hydrogéologues qui savent quels terrains les eaux ont traversés. Ce n'est plus œuvre de chimiste. C'est le géologue qui doit apprécier dans quelle proportion, par exemple, il faut unir le CO^3 et le SO^4 au Ca et au Mg. Nos graphiques ne représentent aucune reconstitution. Ils nous permettent simplement de voir quels sont les rapports de n'importe quels éléments entre eux que ce soit $\frac{Na}{Mg}$ ou $\frac{Na}{Ca}$, etc., mais aussi et surtout d'avoir sous les yeux les rapports $\frac{SO^4}{SO^4 + Cl}$, $\frac{Cl\text{-}Na}{Cl}$, $\frac{Mg}{Ca}$, $\left(\text{ou ce qui revient au même } \frac{SO^4}{Cl}, \frac{Na}{Cl}, \frac{Mg}{Ca}\right)$ que nous tenons pour essentiels (3).

Ceci dit, examinons le cas du forage 242/2 [1] du Douar Salah Zid à Oudna, un peu au Sud de Tunis. Nous verrons donc à ce propos combien peut être utile cette notion d'échange de bases lorsque l'on a à comparer des eaux souterraines. Cet exemple pourrait être multiplié à l'infini.

1. Ces chiffres correspondent au numéro du catalogue de l'Inventaire des Ressources hydrauliques de la Régence.

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

Le forage ci-dessus était destiné à explorer les réseaux des calcaires éocènes, plongeant sous les marnes éocènes. On espérait ainsi donner un supplément d'alimentation à l'aqueduc de l'aïn Ziga, passant à quelques mètres du forage. Les données hydrogéologiques qui avaient suggéré cet emplacement du forage étaient, outre la structure précédente, la présence d'une faille perpendiculaire aux affleurements et disloquant les calcaires,

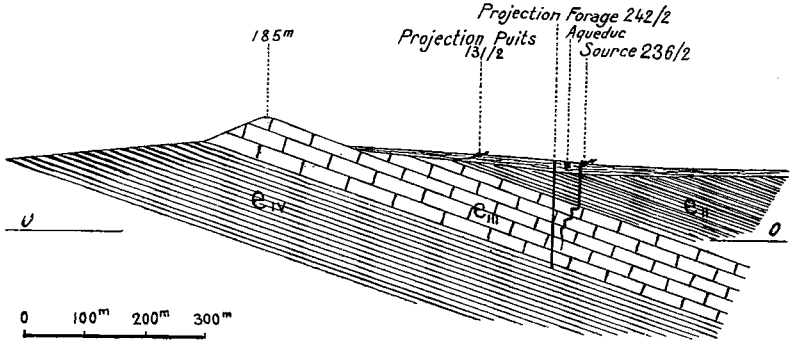


FIG. 1. — Coupe du système hydraulique.

l'existence d'un puits 131/2, fonctionnant comme source en hiver et situé à l'affleurement du toit des calcaires et enfin la présence d'une source 236/2 dans les marnes éocènes, en aval du puits précédent. Cette source étant d'ailleurs située sur le prolongement de la faille et son eau ayant une composition chimique comparable à celle du puits 131/2, comme l'on peut s'en rendre compte d'après les graphiques, il avait été de ce fait admis que c'est une source ascendante amenant au jour les eaux des calcaires éocènes. On avait donc toutes les chances de retrouver cette eau dans les calcaires, tout près de la conduite (fig. 1).

Le forage en effet retrouva les calcaires éocènes à la profondeur de 49 m. 50, la coupe étant :

0	à	49,5	marnes éocènes,
49,5	à	135	calcaires éocènes tendres,
135	à	167	calcaires éocènes assez durs,
167	à	169	marnes paléocènes.

Mais les venues d'eau rencontrées furent très peu abondantes. On en trouva :

1° à 4 m., dans les marnes superficielles, avec niveau piézomètrique à — 1 m. 90,

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

2° à 49 m. 5, dans les calcaires éocènes au contact des marnes éocènes, avec niveau piézométrique à — 14 m. 5,

3° entre 79 et 81 m. en plein calcaire éocène, avec niveau piézométrique à + 0 m. 90.

La nappe la plus abondante, la nappe jaillissante d'entre 79 et 81 m., n'a donné que 0,25 litre seconde au sol. Le réseau de 49,5 a donné un débit encore plus faible. Cet insuccès à côté des résultats très heureux obtenus ailleurs dans le même synclinal (33 litres seconde pour un abaissement de 2 m. 80 dans le forage 228/2 pendant un essai de pompage de 10 jours consécutifs) n'a rien d'étonnant dans les calcaires où des zones de circulation à peu près nulle peuvent avoisiner des zones de circulation très active ; ceci aura son importance plus loin.

Les eaux des deux nappes ainsi que celle du puits 131/2 et de la source 236/2 furent analysées. Portons (Pl. XXXI) sur le graphique logarithmique les milliéquivalents donnés par les analyses. Nous voyons immédiatement non seulement que les eaux du puits 131/2 et de la source 236/2, originaires des calcaires éocènes sont tout à fait comparables mais aussi que les eaux du forage, surtout celles de 49 m. 50 de profondeur présentent de fortes dissemblances avec les eaux précédentes. Aurait-on alors affaire à des eaux d'origine toute différente ? C'est bien ce que semblerait indiquer une lecture rapide des analyses et des graphiques. Et pourtant ce sont des eaux provenant incontestablement des calcaires éocènes.

Examinons la chose de plus près. Nous remarquons d'abord que le rapport $\frac{Cl}{Na}$ est tout différent. Or c'est précisément ce rapport qui indique un échange de bases. Les eaux du forage subiraient donc un échange de bases et un échange de bases plus grand pour les eaux du réseau de 49 m. 50 que pour les eaux du réseau de 80-87 m. et tout différent de celui des eaux de la source 236/2 et du puits 131/2. Cela n'a rien qui puisse nous surprendre, puisque les eaux du réseau de 49 m. 50 sont en contact avec un toit constitué par les marnes éocènes qui peuvent jouer le rôle d'échangeur de bases. Et cet échange de bases a pu se faire d'autant plus facilement que la vitesse de circulation est plus faible. Cette vitesse de circulation de l'eau a en effet une très grande importance, comme je l'ai déjà indiqué (1). Plus la vitesse de l'eau est réduite, plus le contact avec la marne ou l'argile est prolongé et plus l'échange de bases se fait complet. Or c'est précisément ce qui arrive dans le cas présent. Dans les eaux de la source au contraire, la circulation a été active et l'échange de Ca contre du

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

Analyses.

	D	Ca	Mg	Na	SO^4	Cl	CO^3	rs	dh	N°
Puits 131/2	le 11/12/34	150	61	176	191	368	183	1135	61°	2651-4
—	le 10/ 4/35	136	61	184	138	340	207	1074	58°	2703-1
Source 236/2	le 10/ 4/35	141	61	220	161	395	210	1194	59	2703-2
Forage 242/2 à 49m,5	le 4/ 7/35	49	40	514	267	550	201	1600	28°	2745-1
— à 80-87m	le 20/ 7/35	85	49	164	119	240	192	830	31	2745-2

Milliéquivalents.

	D	Ca	Mg	Na	SO^4	Cl	CO^3	C	$\frac{SO^4}{SO^4+Cl}$ %	Na %	$\frac{Mg}{Ca}$	i-e-b %
Puits 131/2	le 11/12/34	7,50	5,08	7,66	3,97	10,37	6,10	40,68	27,7	18,8	0,68	+ 26,1
—	le 10/ 4/35	6,80	5,08	8,00	2,87	9,58	6,90	39,23	23,0	20,4	0,75	+ 16,5
Source 236/2	le 10/ 4/35	7,05	5,08	9,56	3,35	11,12	7,00	43,16	23,1	22,1	0,72	+ 14,0
Forage 242/2 à 49m,5	le 4/ 7/35	2,45	3,33	22,35	5,56	15,49	6,70	55,88	26,4	39,9	1,36	— 56,0
— à 80-87m	le 20/ 7/35	4,25	4,08	7,13	2,48	6,76	6,40	31,10	26,8	22,9	0,96	— 4,17

Observations : Na = alcalis en Na, CO^3 = CO^3 combiné, rs = résidu sec, dh = degré hydrotimétrique, D = date de la prise des échantillons, N° = numéro du registre des analyses du Service des Mines. Les analyses sont exprimées en milligrammes par litre. C = concentrations en milliéquivalents; i.e.b = indice d'échange de bases, positif c'est le rapport $\frac{Cl-Na}{Cl}$, négatif c'est le rapport $\frac{Cl-Na}{SO^4+CO^3}$.

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

Na a été épuisé depuis longtemps. Il n'arrive plus que des eaux propres aux calcaires éocènes, semblables à celles du puits, et qui n'ont pas été en contact avec les marnes.

Si donc on admet cette notion des échanges de bases, il y a lieu d'en tenir compte lorsque l'on compare des eaux entre elles.

Comparons donc de cette manière nos eaux :

Nous admettrons que l'indice d'échange de base normal soit $\frac{Cl\text{-}Na}{Cl} = 0,15$ comme nous l'avons au puits et à la source. Pour l'eau de 49 m. du forage, puisque Cl = 15,49, on a donc pour le Na avant échange Na = 13,17. Il y a donc eu échange de Na de 22,35-13,17 = 9,18 qui a été réparti entre le Ca et le Mg, dont le rapport normal $\frac{Mg}{Ca}$ est voisin de 0,73 alors que dans l'eau du forage, il est de 1,36 ; c'est que les ions Ca sont beaucoup plus énergiquement fixés par les colloïdes que les ions Mg, ce qui par conséquent fait augmenter le rapport $\frac{Mg}{Ca}$ (1), p. 416.

On a donc :

$$Mg + Ca = 2,45 + 3,33 + 9,18$$

$$\text{et } \frac{Mg}{Ca} = 0,73$$

$$\text{d'où l'on tire } Ca = 8,65$$

$$Mg = 6,31$$

Si nous portons donc ces valeurs nouvelles de Na = 13,17, Ca = 8,65 Mg = 6,31 (traits gras), sur notre graphique à la place des valeurs anciennes, on obtient pour cette eau un graphique tout à fait comparable à ceux des eaux normales des calcaires éocènes.

Si nous faisons la même opération pour l'eau des réseaux de 80-87 m., nous avons pour nouvelles valeurs Na = 5,75, Mg = 4,20 et Ca = 5,51 ; nous obtenons les mêmes résultats.

Ainsi donc les eaux du forage, d'apparence toute différente de celles des calcaires éocènes, auraient pu permettre des conclusions erronées, faisant penser à une toute autre origine. L'application de la notion d'échange de bases, nous permet tout au contraire de montrer que ces eaux du forage sont bien à rattacher à celles des réseaux des calcaires éocènes, aboutissant en fin de compte à une conclusion des plus satisfaisante.

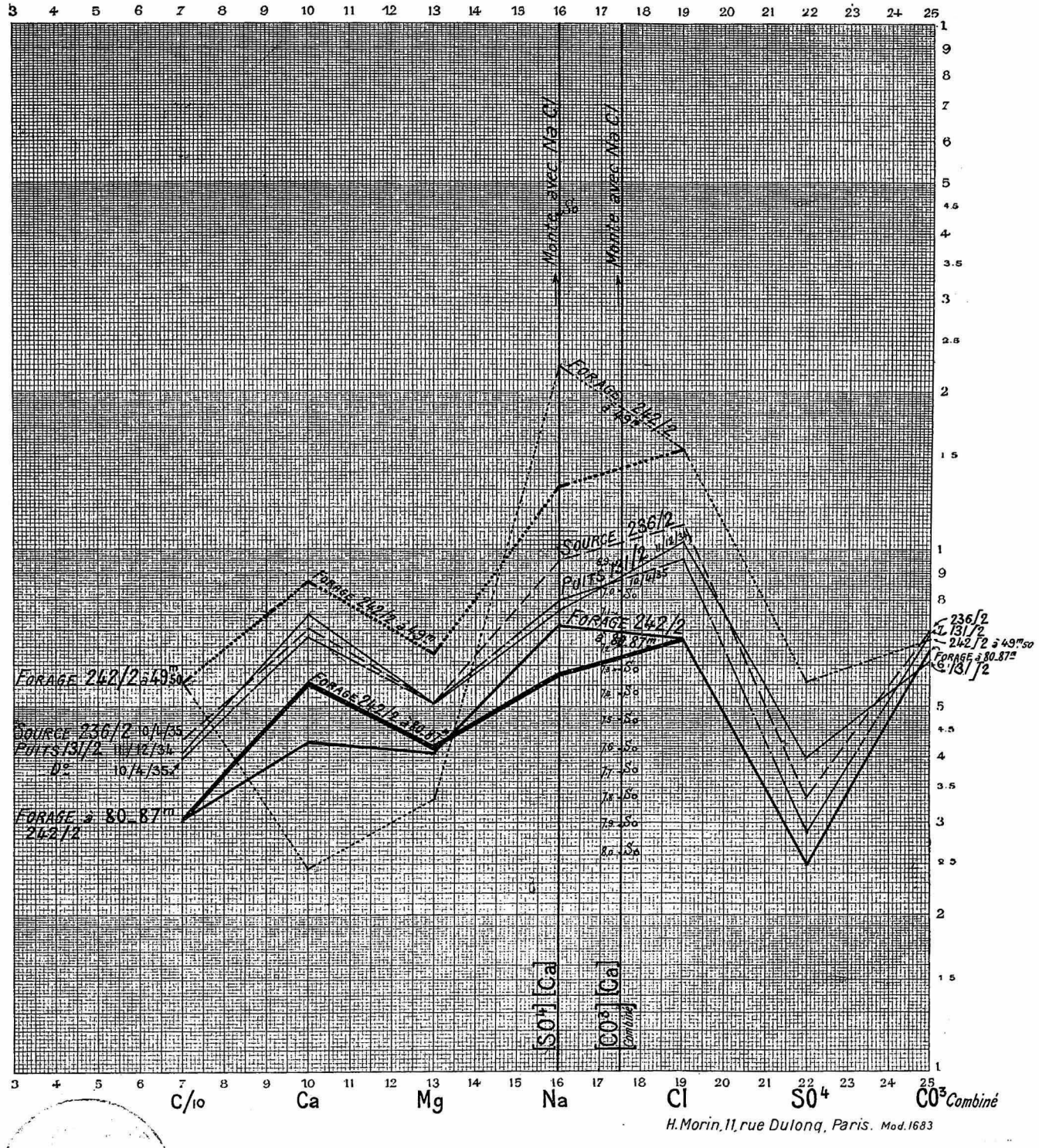
Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

OUVRAGES CITÉS

1. H. Schœller. — Les échanges de bases dans les eaux souterraines vadoses. Trois exemples en Tunisie. — *B. S. G. F.* (5), t. 4, p. 389, 1934.
2. Alexis de Stepanoff. — Note servant d'introduction à l'étude de la représentation des résultats d'analyses chimiques des eaux. – Note inédite de l'arrondissement de Sousse des Travaux publics, 27 mai 1932.
3. Chase Palmer. — The geochemical interpretation of water analyses. — *U. S. Geol. Survey, Bull.* 479, 1911.
4. H. Schœller. — Sur la concentration des sels dissous dans les eaux souterraines. — *Com. Études Eaux Souterraines*, Congrès d'Erfoud, p. 46, Rabat 1934.

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

GRAPHIQUE DES EAUX



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

ALLURE DE LA TECTONIQUE LOCALE ET DÉFINITION DU « DOUBLE PLI » GADITAN [1] (ANDALOUSIE)

PAR **Maurice M. Blumenthal** [2].

PLANCHE XXXII [3]

SOMMAIRE

A. CHAPITRE INTRODUCTIF.

1. Considérations rétrospectives.
2. Remarques sur la position et l'individualisation tectonique du massif.

B. LES TRAITS PRINCIPAUX DE LA STRUCTURE.

I. **Le complexe montagneux au S du Corridor de Boyar.**

(*Série pénibétique.*)

1. La région occidentale aux environs d'Ubrique.
2. Le recoin de Grazalema.

II. **Le complexe montagneux au N du Corridor de Boyar.**

(*Série subbétique.*)

1. La Sierra del Pinar.
2. La région entre la Sierra del Pinar et le Monte Prieto.
3. Le complexe de la Sierra de Zafalgar.
4. L'éperon de Zahara.
5. La fenêtre du Trias de Benamahoma et l'éperon de l'Albarracin.
6. La chaîne de la Silla Alta-Pico del Arion.

C. QUELQUES REMARQUES SUR L'ÉVIDENCE DE MOUVEMENTS OPPOSÉS.

A. — CHAPITRE INTRODUCTIF

1. *Considérations rétrospectives.*

De plus en plus se multiplient les observations objectives, démontrant l'existence dans une même zone orogénique de mou-

1. Ce mémoire forme la première partie d'une étude; il sera suivi ultérieurement de la seconde partie : *Le matériel stratigraphique et l'interprétation tectonique du « double pli » gaditan.*
2. Note présentée à la séance du 16 décembre 1935.
3. Coupes 1 à 11.

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

vements qui à première vue ne peuvent être rapportés à une poussée unilatérale et unique. On y aperçoit des dispositions structurales qui indiquent dans une certaine zone la prédominance d'une poussée tangentielle opposée au sens auquel obéit le système orogénique en général. On a parlé dans ces cas de contrepoussées ou de surcompressions et leurs effets mécaniques seraient des refoulements d'envergure variable.

Souvent ces mouvements opposés se succèdent en phases consécutives, ce qui facilite l'explication du phénomène mécanique. D'autres fois, les mouvements opposés embrassent une même série stratigraphique ininterrompue ou, au moins, une transversale cohérente, sans qu'on puisse situer un hiatus net dans la succession des phases du plissement, et l'explication devient plus délicate. Il s'agit dans ces cas, à première vue du moins, d'effets contredisant les lois normales du mécanisme du refoulement des séries sédimentaires. Néanmoins on peut par les faits d'observation prouver l'instabilité du sens de la poussée. L'interprétation du mécanisme du plissement doit tenir compte de ces faits particuliers.

La démonstration précise de l'existence en Andalousie d'éléments structuraux qui résultent de l'effet de forces agissant en sens opposé nous fait évoquer une doctrine tectonique qui semblait dépassée depuis longtemps par l'évolution de la tectonique alpine. Nous faisons allusion ici à l'interprétation jadis classique des Alpes helvétiques orientales par le « double pli glaronais » défini par Albert Heim.

Si à quelques égards ces formules tectoniques ne sont plus admissibles aux Alpes suisses, elles reviennent dans une certaine mesure à l'ordre du jour quant à la zone subbétique d'Andalousie. Il est curieux de constater que l'évolution de la connaissance, ici et là, se fait justement dans des sens opposés. En Suisse, c'est l'abandon sur toute la ligne de ces plissements désordonnés, leur remplacement par l'hypothèse d'un refoulement unilatéral vers l'extérieur de la chaîne. En Andalousie, c'est la tendance à remplacer l'idée de grandes nappes embrassant toute la transversale par celle d'éléments plus ou moins subautochtone — le Subbétique s. l. — où apparaissent des structures qui nous ramènent à une interprétation très proche de celle du « double pli ».

C'est la région sub- et pénibétique entre le Rio Majaceite et le Rio Guadalete supérieur (Province de Cadix, v. fig. 1) qui va nous révéler un exemple typique de ce dispositif. Bien qu'il n'y ait pas identité structurale ni analogie de position avec le

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

secteur des Alpes auquel je viens de faire allusion, on peut parler ici, en bref, d'un « *double pli* » *gaditan*.

2. *Remarques sur la position et l'individualisation tectonique du massif.*

Le polygone montagneux démontrant ce dispositif tectonique se place à l'extérieur des Cordillères bétiques dans le segment où leurs éléments internes et médians amorcent la courbure vers le détroit de Gibraltar. L'esquisse fig. 1 schématise les divers complexes qu'on peut distinguer dans cette transversale. L'auteur en ayant déjà décrit diverses portions renvoie à ces mémoires antérieurs (1, 3, 4, 5, 6 et 10).

Il suffit de noter que, au cours de ses récentes recherches, il a dû interpréter autrement que jadis la position de la zone pénibétique. Formant la marge extérieure du massif ancien, cette zone ne peut plus être simplement conçue comme étant le capuchon frontal du Bétique de Malaga. Elle correspond plutôt avec ses anticlinaux et écailles déversés vers l'extérieur à la partie la plus interne des éléments nés de l'avant-fosse subbétique.

La partie méridionale de notre champ d'études entre Grazanema et Ubrique lui appartient. Plus à l'extérieur, vient la zone subbétique proprement dite embrassant un massif élevé à matériel stratigraphique sensiblement différent. Un chenal étroit, le corridor de Boyar, formé de Trias à couverture de Flysch, sépare ces deux complexes dont les éléments structuraux s'affrontent et dominent par des parois rocheuses la molle topographie des régions circonvoisines.

Ce complexe montagneux est depuis longtemps (Macpherson) un des mieux explorés des Cordillères. Sa constitution géologique a été à nouveau étudiée plus tard, en une vaste monographie, par M. J. Gavala (12). Si nous reprenons la géologie de ce pays, c'est parce que notre interprétation tectonique s'éloigne sensiblement de celle donnée auparavant. Nous écartons la notion d'une tectonique de failles comme ayant déterminé l'aspect structural et montrerons que c'est la poussée tangentielle et subhorizontale qui a produit ici la formation d'écailles de relativement grandes dimensions.

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

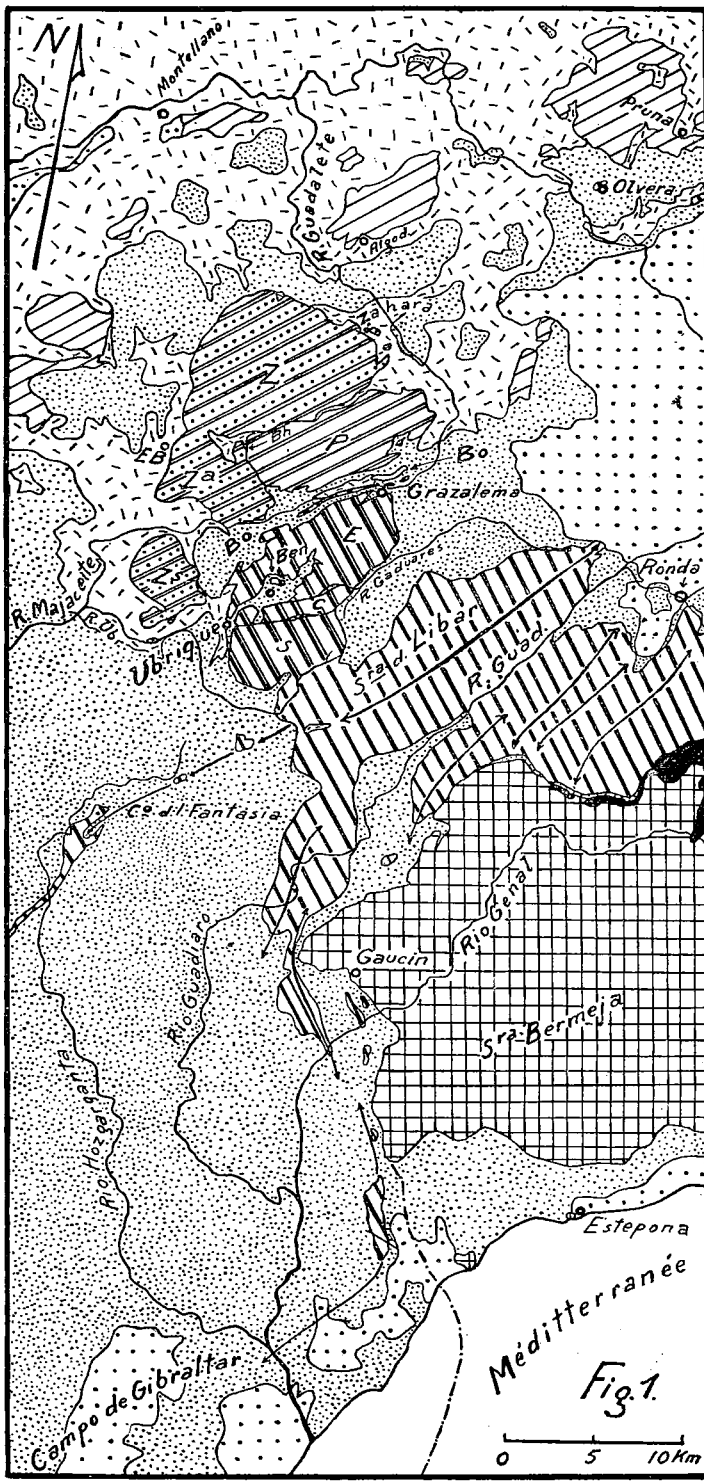


FIG. 1. — CROQUIS TECTONIQUE SITUANT LA RÉGION DU « DOUBLE PLI » GADITAN DANS LA TRANSVERSALE DES CORDILLIÈRES (*Légende voir p. 663*).

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

B. — LES TRAITS PRINCIPAUX DE LA STRUCTURE[1]

I. Le complexe montagneux au S du Corridor de Boyar.

(SÉRIE PÉNIBÉTIQUE

En schématisant on peut dire que le grand massif calcaire entre Ubrique et Grazalema est comparable à un dôme gigantesque qui s'enfonce à l'E, au S et à l'W sous le Flysch par le jeu de dislocations variées; mais vu de près ce bâti simple se révèle plus compliqué; on y distingue les divers éléments structuraux que nous aborderons par le SW.

1. *La région occidentale aux alentours d'Ubrique.*

Plaçons-nous à l'Ouest et regardons le front rocheux du massif. Une première échancrure, le *chenal de Benaocaz*, se cache derrière la petite chaîne rocheuse Veredilla-Salto de la Mora.

1. Une carte structurale sera incorporée à un mémoire ultérieur où les séries sédimentaires seront discutées. En attendant des résumés antérieurs fixent sur les traits stratigraphiques principaux (voir spécialement 10, p. 170).

LÉGENDE DE LA FIG. 1.

Carré :	*Bâti bétique*, son liséré de chaîne calcaire inclus (la ligne à traits-points indique le bord extérieur supposé dans sa prolongation vers le S);
Noir :	*Rondaïdes* (terminaison occidentale); complexe de Trias alpin;
Barres obliques (NW-SE) :	Zone pénibétique : les lignes à double flèches indiquent les anticlinaux; les doubles barres embrassent la région étudiée;
	S = Écaille du Saltillo.
	C = Écaille du Caillo.
	E = Écaille (coupole) de l'Endrinal.
	Bo = Corridor de Boyar.
Lignes obliques (NE-SW) :	Zone subbétique; la figure en double ligne indique la région étudiée;
	P = Écaille du Pinar.
	Z = Écaille (nappe) du Zafalgar (fournie de points).
	Za = Éperon de l'Albarracin.
	Zs = Enclave de la Silla Alta.
	Bh = Fenêtre de Benamahoma.
Semis de traits :	Trias à faciès germano-andalou;
Pointillé fin :	Couverture de Flysch;
Gros points :	Formations posttectoniques (Pliocène et Miocène).
Noms géographiques portés en abrégé :	Ben = Benaocar; E B = El Bosque : R. Guad = Rio Guadiaro; R. Ub = Rio de Ubriquè.

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

C'est la « baie » de Flysch qui s'ouvre dans la cuvette où est située la petite ville d'Ubrique et qui pénètre loin dans les sierras abruptes, jalonnée de cultures et de pâturages resserrés entre les falaises. Cette incision de Benaocaz se ramifie dans les massifs calcaires beaucoup plus profondément que ne l'indiquent les cartes géologiques existantes (13) et révèle les dislocations qui compliquent le grand dôme calcaire. A première vue on est enclin, sans doute, à admettre que ces surfaces adoucies et souvent largement couvertes d'éboulis, s'appuyant contre le pied des falaises, recouvrent un Flysch venant au jour en demi-fenêtre tectonique.

Mais ce serait une erreur qui obligerait à considérer plus ou moins tout le Pénibétique comme une nappe superposée au Flysch et à son soubassement de Trias. Cette conclusion serait conforme à mon interprétation d'auparavant, quand je qualifiais tout le Pénibétique comme capuchon sédimentaire et frontal de la nappe bétique de Malaga (3). Si l'aspect de klippe de tous ces rochers est apparemment en faveur d'une telle interprétation, leur coupe détaillée, très rarement mise à jour, la dément. Par ailleurs la notion de failles qui contente M. Gavala n'a pas de raison légitime : en parlant « de un hundimiento bastante localizado », cet auteur entoure une portion de notre « baie » de Flysch par une ligne de faille invraisemblablement tordue.

C'est le chenal d'entrée de l'incision de Benaocaz qui nous donne l'explication de cette disposition tectonique. Son bord occidental au pied de la Sierra Alta démontre clairement qu'il y a là une série isoclinale et stratigraphiquement continue, embrassant les couches du petit corridor de Flysch et les rochers bordiers. On y distingue à pendage de 50° à ESE le Flysch bigarré, marno-gréseux, une mince couche calcaréo-gréseuse de Crétacé et en dessous les calcaires gris-blanchâtres et massifs du Jurassique supérieur. Cette disposition prouve donc qu'il *s'agit d'un pincement synclinal* des formations supérieures dans la masse calcaire jurassique (cpes. 2-3). Mais cette zone de pincement est d'une structure intérieure assez compliquée, soulignée par l'apparition dans le Flysch rouge d'îlots calcaires qui représentent, sans doute, de petites écailles étranglées partiellement entre les couches schisteuses (cpes. 4-5). C'est surtout au bord SE du Flysch de Benaocaz que s'accusent les dislocations du contact mécanique, dans lequel intervient localement le Trias sous-jacent.

Si le flanc interne de la petite coulisse de la Veredilla éclaire la signification tectonique du Flysch encaissé entre les bords

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

calcaires, la coupe stratigraphique de sa base externe (occidentale) démontre *l'existence d'une continuité originelle* entre les couches du Trias externe et les séries pénibétiques calcaires. Or, comme le Trias qui entoure à l'extérieur nos massifs calcaires est en continuité apparente avec les vastes masses de Trias à faciès germano-andalou qui forment le soubassement autochtone de tous les éléments subbétiques, cette cohérence au N d'Ubrique est d'importance capitale ; elle *élimine définitivement toute possibilité que le Pénibétique soit d'origine lointaine* et l'unit, bien que par des liens compliqués, au Subbétique, dont il ne représente dès lors qu'une partie plus interne.

On sait que ce Trias montre généralement une structure interne très chaotique. Par contre, la bande de cette formation qui jalonne notre bord pénibétique à l'W se présente avec une allure plus tranquille et « ordonnée ». On y reconnaît qu'il s'agit d'une vaste coupole qui épouse la direction générale des structures pénibétiques, voûte anticlinale, ouverte et disloquée dont le dessin est souligné, çà et là, par des bancs de calcaire noir dolomitique ou de dolomies caverneuses qui s'échelonnent dans la vallée du Rio de Ubrique et dans ses ramifications (cpe. 2). Ce Trias étrangement dépourvu de tout témoins jurassique et normal est dominé au N par le complexe subbétique de la Silla Alta dont la position nous occupera plus tard (p. 682).

Revenant à la petite chaîne qui sépare la zone du Trias du chenal conduisant vers Benaocaz, nous remarquerons que vers sa terminaison méridionale les dispositions structurales changent. Il n'y a plus de contact normal entre le Trias et le Jurassique basal, mais une bande de grès de Flysch contourne l'arête (Salto de la Mora), de telle sorte qu'on pourrait la supposer flottante sur le Flysch et l'enraciner au bord oriental du chenal (cpe. 2) ; mais au fait, je crois plutôt que les grès pincent sous l'écaille calcaire.

Ici, et tout le long des imposantes falaises auxquelles est adossée la ville d'Ubrique naissent des sources vauclusiennes qui indiquent la zone plus basse de la couverture calcaire par où se vide la nappe aquifère.

Ces masses calcaires qui dominent à l'E la dépression d'Ubrique ne sont pas aussi rigides que le ferait croire leur apparence, on y reconnaît aisément le style dominant ; c'est une disposition en écailles déversées vers le NW. Néanmoins, il est clair que des ruptures locales coupent souvent la continuité des bancs épais, rarement stratifiés, provoquant des gradins, des fentes ou de profonds abîmes (Sima de Villaluenga). Toutefois, c'est juste-

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

ment là où l'aspect morphologique suggère l'existence d'un fossé profond, limité par des failles — ce qui est l'interprétation de M. Gavala — que l'on peut démontrer que les accidents sont dus à un mouvement subhorizontal. Ce cas se présente dans l'étroit couloir à flancs rocheux connu sous le nom de *Manga de Villaluenga* (= manche d. V.) qui traverse entièrement le complexe calcaire. Plaçons-nous pour mieux apprécier son caractère tectonique sur le bord opposé à celui d'Ubrique, où se situe le village de Villaluenga (cpe. 6).

De deux côtés se dressent en falaises abruptes les roches du Tithonique, formant au N la Sra del Caillo. Les calcaires rouges, marno-schisteux du Crétacé à Rosalines jalonnent le bord extérieur, obéissant avec les calcaires noduleux sous-jacents à des plissements subordonnés. Fait important, la bande crétacée ne se maintient pas à l'extérieur de l'entrée de la trouée de Villaluenga, mais elle y pénètre. Ainsi nous la suivons par des jalons, partiellement couverte de Flysch ou surtout d'éboulis, et formant en principe série isoclinale avec le Jurassique de la Sierra del Caillo jusqu'au débouché occidental du couloir rocheux (cpes. 5 et 4). Cette disposition trahit clairement le caractère synclinal de cette fissure longitudinale où les formations schisteuses sont profondément pincées entre les blocs rigides du calcaire jurassique. Concernant sa signification tectonique nous considérons ce synclinal à apparence de fosse comme le résultat du resserrement qu'a subi une zone primitivement ébauchée en une cuvette plus large qui s'est trouvée ensuite plissée et encaissée entre deux flancs de calcaires massifs comme entre deux mâchoires, dont celle du S a la tendance à chevaucher le contenu schisteux de la zone pincée.

Comme à l'entrée orientale, on voit à la sortie opposée qui domine de 500 m. environ le creux d'Ubrique, les rochers tithoniques fermer à peu près le chenal crétacé. Passé cette porte rocheuse, le Flysch acquiert un certain développement local (grès du type d'Aljibe) et communique au N avec la même formation de Benaocaz. Ainsi il contourne le haut éperon qui termine la Sra del Caillo (P. 1146 m.) et qui montre de forts pendages au S. Ses couches butent à leur base contre une traînée de marnes bigarrées, cargneules et calcaires dolomitiques de la marge supérieure du Trias. Cette disposition décèle bien le caractère tectonique de cette sierra au N de la « Manga ». Cette muraille calcaire apparaît donc comme une écaille d'allure grossière, poussée vers le NNW sur le synclinal pincé de Benaocaz (cpe. 4) dont les traits ont déjà été esquissés.

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

Revenons au débouché occidental de la « Manga ». Il est étrange, à première vue, de voir terminer cette profonde échancrure et de ne pas constater son prolongement morphologique vers Ubrique. En réalité, outre quelques ramifications du Flysch ci-dessus mentionné, on découvre entre les lapiez calcaires des vestiges de marnes et grès du Flysch qui pointent vers la dépression d'Ubrique, y arrivant le long d'une faille qui détermine certainement le prolongement de l'accident de la « Manga ».

Il est donc évident que de l'E à l'W une bande crétacico-tertiaire partage le grand bloc calcaire en deux unités. Toutes deux ont l'allure de grossières écailles et trahissant clairement le mouvement vers l'extérieur de la chaîne dont elles sont nées.

Le bloc du S de la « Manga », *l'écaille du Saltillo*, offre un caractère lourd et peu individualisé (cpe. 3) ; une aire anticlinale, très peu prononcée, se détache dans ce complexe à son bord N; elle se termine brusquement à l'E et à l'W; de même les contours qui séparent au S cet élément structural du Flysch sont d'une rudesse remarquable ; des hauts escarpements y sont dus, sans doute, à des failles locales. Pour expliquer ici et ailleurs de tels agencements je tiens à attribuer beaucoup d'importance aux mouvements différentiels qui se sont produits entre la série plus schisteuse et le bloc calcaire et qui ont provoqué des ruptures en général fortement inclinées (cpe. 2).

Au N du débouché occidental de la « Manga » nous avons déjà tracé partiellement *l'écaille de la Sierra del Caillo*. Il en faut encore délimiter son bord septentrional plus vers l'E. C'est aux formations de la zone du Flysch de Benaocaz que cette unité emprunte la bande qui la sépare du grand massif contigu au N. Des cargneules, du Trias ou de l'Infralias, soulignent cette séparation tectonique qui court dans la direction de la Cañada del Cintillo ; toutefois, au Puerte (col) de ce nom, l'étranglement du sillon par le calcaire jurassique est presque complet ; par contre, au delà, dans le vallon caché « de los Pozuelos » l'incision par le Flysch recommence pour être éliminée encore une fois, pas loin du débouché oriental de cette zone étroite, sortie qui a lieu près de « las Casas del Encinar » ; ici, où se joint à la fois une faille bordière, la zone séparatoire s'unit avec la bande du Crétacé qui jalonne le bloc entier du massif pénibétique. Il n'est donc pas douteux que d'Ubrique au bord oriental Villaluenga-Encinar un autre segment se détache du grand ensemble calcaire qui se situe encore plus au N. C'est là que s'étale, embrassant la Sierra del Endrinal s. l. le plus vaste complexe calcaire entouré de Flysch dont les ramifications de Benaocaz interrompent quelque peu la

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

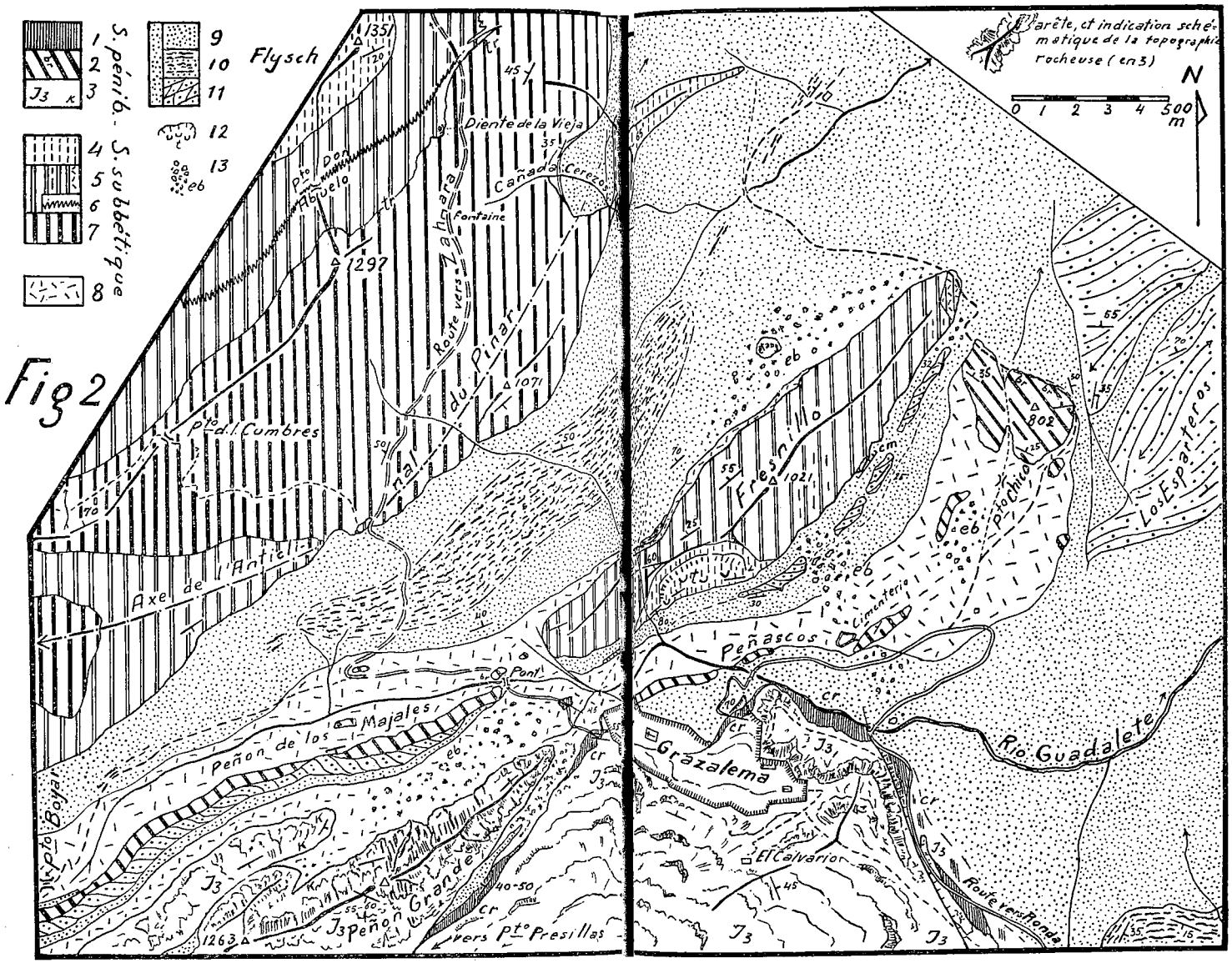


FIG. 2. — ESQUISSE GÉOLOGIQUE DE L'ENTRÉE ORIENTALE DU CORRIDOR DE BOYAR.

1-3. *Série pénibétique* :

1. *Crétacé* calcaréo-schisteux, principalement rouge à Rosalines;
2. *Jurassique supérieur* de l'écaille du Peñon de los Majales; br = parties bréchoïdes riches en silex, Tithonique probable;
3. *Jurassique supérieur* de la Coupole de la Sierra del Endrinar ; au front extérieur l'écaille du Peñon Grande ; k = série de calcaires lités, très riches en silex (Tithonique);

4-7. *Série subbétique* :

4. Calcaires tabulaires à bandes de silex (*Lias moyen*?); autour de la demi-fenêtre de la Cañada de los Cerezos; calcaires semblables réapparaissant probablement à des niveaux plus bas;
5. Calcaires blancs saccharoïdes avec transitions dans la série dolomitique basale (*Calcaire du San Cristobal*);

Traits verticaux : complexes à calcaires plutôt du type de Jurassique supérieur;

Traits obliques en chevron : brèches calcaires colorées (Tithonique?);

6. Dolomies basales (avec transitions vers 5); *Lias inférieur* ;

8. *Soubassement de Trias* à faciès germano-andalou;

9-11. *Couverture de Flysch* :

9. Série de marnes et grès colorés;
10. Grès quartzeux blancs à patine brune (Type de l'Arenisca del Aljibe);
11. Grès calcaires (calcaires gréseux) à transitions en brèches nummulitiques (Lutétien);

12. Tassement de séries en place (t);

13. Traînées de grands blocs éboulés (eb).

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

monotonie. La structure intérieure de ce *Bloc del Endrinar* est d'apparence uniforme ; mais elle prend de l'importance le long de ces bords extérieurs qui nous occuperont dans le chapitre suivant. Nous les abordons au coin NE du complexe pénibétique où est situé le grand village de Grazalema.

2. *Le recoin de Grazalema.*

Ce point situé au débouché oriental du Corridor de Boyar est à la fois parmi les plus pittoresques de toutes les Cordillères et parmi les plus importants du point de vue géologique. Aussi est-il utile de figurer, bien que sans position topographique, un croquis embrassant les abords de l'entrée au Corridor (fig. 2). Le trait le plus saillant dans la diversité tectonique du lieu est le grand massif calcaire du S : vaste volume de Jurassique supérieur qui s'abaisse dans la Sra del Endrinal en forme de coupole vers l'E ($\pm 25°$) ; son bord E est affecté d'une faille presque verticale (cpe. 10). Il est bien évident qu'ici le complexe pénibétique s'enfonce normalement sous la couverture de Flysch, affaissement qui augmente graduellement vers la lisière du bloc calcaire où la rupture justement mentionnée compense les tensions qui s'étaient produites.

Abordons maintenant le liséré du Crétacé qui nous permettra comme à Villaluengua de déchiffrer une structure largement masquée par le peu de stratification dans la masse calcaire. En contournant l'éperon de Grazalema le Crétacé n'entre pas le long du haut rocher du Peñon Grande dans le Corridor de Boyar, mais s'incurve vers le SW dans la combe d'éboulis qui s'étend dans la direction du Puerto de Presillas. C'est un synclinal étroit, faillé et pincé entre la masse principale del Endrinal et la muraille dentelée du Peñon. Il définit sur environ 2 km. 1/2 *l'écaille du Peñon Grande* (cpe. 7ª). Cette bande pincée s'effile et son Crétacé s'élimine vers les « Pozos de Presillas » entre des bancs noduleux probablement tithoniques et presque horizontaux ; au delà cette écaille se soude au grand bloc calcaire qui s'étend jusque vers la Sierra Alta que nous connaissons déjà des abords d'Ubrique.

En se déplaçant à l'extérieur du Peñon Grande on aborde le flanc méridional du Corridor de Boyar. Conformément au style défini pour le Pénibétique — empilement en écailles — ce bord montre tout le long de son parcours, sur 8 km., des contacts assez disloqués. C'est généralement le Flysch qui bute contre

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

les falaises calcaires. Mais, sans doute, est-il peu épais et le Trias se cache-t-il sous lui comme on le constate au pied du Peñon Grande et vers le Puerto del Boyar.

Entre ces formations s'intercalent des écailles de faible épaisseur mais d'assez grande extension longitudinale. Un des accidents des plus intéressants, parce qu'il est probablement en rapport avec l'interprétation que nous aurons à adopter pour les relations entre le Pénibétique et le Subbétique, affecte les abords immédiats du Peñon Grande. Là (P. 1244 m.), une lame de calcaire blanc suivie de calcaires lités à silex (Tithonique ; k en fig. 2) s'attache entre les Points 1244 et 1263 au corps principal de l'écaille du Peñon cpe. 7). Ce n'est pas une lame indépendante qui naît sous les corniches du Peñon, mais plutôt une dépendance de ce dernier. J'y vois un repli de Jurassique coincé sous la masse principale du Peñon et flottant sur le Flysch ; sa soudure avec les calcaires du Peñon existe particulièrement encore (P. 1263 m). On verra plus loin que ce coincement peut être expliqué par l'effet du Subbétique du Pinar qui, poussé vers le S, a gêné le mouvement vers le N de l'écaille du Peñon Grande lorsque les deux accidents opposés se sont affrontés.

L'existence du cisaillement en écailles subordonnées s'impose le plus net en contrebas du Peñon Grande. *L'écaille du Peñon de los Majales* y surgit (Pont de la route à Zahara ; fig. 2) et se poursuit sur 4 km. 1/2 (cpes. 7 et 6). C'est surtout vers sa terminaison SW, près du Cortijo Albarada, qu'elle surprend par le faciès des terrains qui la constituent ; le Crétacé acquiert un caractère très bréchoïde et ses calcaires blancs et roses sont pleins de silex coloré. Le Nummulitique gréso-calcaire de cette écaille forme presque tout le long de la corniche jurassique un gradin supérieur au calcaire blanc massif.

La limite méridionale du Corridor est toujours marquée par une falaise, dont les éboulis cachent les vraies relations avec les formations qui déterminent la dépression de ce chenal. Mais vu le caractère général que nous avons relevé jusqu'à présent et qui montre indubitablement la succession d'éléments structuraux déversés vers le NW, nous sommes en droit de supposer le même style pour ces arêtes qui représentent le bord extérieur de la coupole complexe de la Sra. del Endrinar resp. de ses extrémités SW. En outre, des failles hachent localement la masse calcaire en blocs isolés et provoquent des contours capricieux (Salto del Cabrero ; cpes. 4 et 4 a).

Le régime structural des terrains pénibétiques étant établi, il n'est plus trop difficile de déchiffrer en principe les complica-

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

tions que nous offre l'entrée au Corridor près du village de Grazalema. Avant tout il est nécessaire de bien discerner entre ces coulisses rocheuses, compliquant l'aspect de cette contrée, celles qui proviennent d'écailles plus ou moins étranglées, celles qu'on peut considérer comme lambeaux flottants, et d'autres encore qui ne résultent que de tassements ou sont de gros éboulis. C'est cette diversité de formes qui nous oblige à faire ce tri et à aborder premièrement le rocher le plus saillant, le Fresnillo, bien que nous atteignons avec lui déjà le domaine subbétique.

L'arête rocheuse du *Fresnillo*, face au village, se détache par une couleur plus sombre décelant la présence de ces calcaires grénus-saccharoïdes d'un blanc pur à la cassure, qui caractérisent le Lias de la Sierra del Pinar. Et en vérité, nous devons conclure, surtout après la parenté lithologique, qu'il y a là une dépendance structurale des chaînes du N de l'entrée au Corridor.

D'après sa structure interne le Fresnillo n'est qu'une série très inclinée avec pendage variable, prépondérant au N et se recourbant au S vers la base du rocher (cpe 8). Ses couches, principalement marmoréennes, passent vers le bord S à des calcaires lités, riches en silex, qu'on peut considérer comme terme supérieur et ainsi faisant partie d'un petit synclinal ouvert vers le S. Dans son ensemble, la série stratigraphique de cette montagne s'oppose franchement à celle des écailles pénibétiques que nous avons suivie jusqu'à présent. Rien de ces calcaires gris-blanchâtres du S mais, au contraire, une coupe stratigraphique qui évoque les termes moyens du Lias et de la Sierra del Pinar.

A part son caractère lithologique, le Fresnillo montre par sa situation qu'il ne se range plus dans la série pénibétique mais se juxtapose comme un petit lambeau charrié du Subbétique entre les écailles pénibétiques. Il se place dans son entier dans un complexe de Flysch, pincé dans le Trias sous-jacent, un Flysch qui comporte les mêmes grès calcaires à Nummulites qui accompagnent dans le toit le Jurassique du Peñon de los Majales. Les couches jurassiques de cette dernière écaille de leur tour se perdent justement là où le bloc massif des calcaires saccharoïdes du Fresnillo se placent dans leur prolongation [1].

1. La première conception, pendant mes excursions, était qu'il fallait coller, ici, la masse du Fresnillo à la faible écaille du Peñon de los Majales, la considérant ainsi comme une sorte de « gonflement terminal », fortement disloqué. Cette manière de voir était étayée quelque peu par le fait que le Tithonique, à l'extrémité SW (Albarada) de l'écaille en question, comporte aussi très localement un calcaire dolomitique marmoréen, très blanc.

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

Dans son ensemble, le Fresnilla domine une série de petits pitons de calcaires du type Malm, *Los Peñascos*, qui se trouvent éparpillés en face de Grazalema émergeant du Flysch ou du Trias. Ils ne sont que la continuation des petits accidents qui ornent le bord extérieur de la masse de l'Endrinal, c'est-à-dire de l'écaille du Peñon de los Majales. La position de chacun de ces membres disjoints d'une écaille jadis cohérente varie. A l'endroit où ils se rapprochent le plus, au SW, du calcaire analogue du Peñon de los Majales un étranglement complet et déchirement transversal semblent les séparer de l'extrémité du Peñon (Pont de la route à Zahara, fig. 2). Cette dislocation s'impose, au moins, si l'on considère le déplacement transversal de ce rosaire de pitons calcaires qui suivent les abords du village de Grazalema pour aboutir plus au N avec une enclave calcaire de plus grande dimension (P. 802, Puerto Chico). C'est à ce col qu'émerge du Trias et du Flysch bigarré, entouré tout autour de contacts anormaux, un petit massif dont le faciès bréchoïde siliceux rappelle beaucoup un développement analogue à l'autre bout de cette zone calcaire (Albarada). Vu l'orientation des couches, on est peut-être ici devant une portion d'un anticlinal mieux préservé et s'affaissant au NNE sous le Flysch (schématiquement en (cpe 9). Conformément à cette disposition les grès calcaires et brèches nummulitiques gagnent ici — Los Espartales — beaucoup en importance. En détail, c'est une récurrence de divers petits plis, localement disloqués, dont l'allure s'approche, sans être constante, d'une direction méridienne.

Étant arrivé à l'extrémité N des structures pénibétiques nous pourrons résumer, avant d'entrer dans la région subbétique, l'allure tectonique du pays parcouru comme suit : *Une vaste coupole, embrassant une série compréhensive du Jurassique, longe, en s'affaissant vers le NW, le Corridor de Boyar ; elle se cisaille en arrière en écailles d'allure lourde et massive* (Saltillo et Sierra-del Caillo) ; *son bord extérieur et NW, par contre, est flanqué d'éléments de forme plutôt laminaire, soit encore soudés au corps principal* (Peñon Grande), *soit enfoncés sous lui* (Peñon de los Majales) ; *les accidents extérieurs, fortement disloqués, font face à travers le Corridor de Boyar au complexe subbétique dont un lambeau charrié* (*le Fresnillo*) *recouvre la zone bordière pénibétique.*

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

II. Le complexe montagneux au N du Corridor de Boyar.

(*SÉRIE SUBBÉTIQUE*)

Le complexe au N de la zone triasico-tertiaire, le Subbétique, montre son allure la plus accidentée, soit au point de vue orographique, soit tectonique, le long de son bord méridional, ce qui nous enduit de l'aborder également dans la région de Grazalema.

1. *La Sierra del Pinar.*

Mieux que dans la série pénibétique des séries stratifiées permettent dans le Subbétique de tracer les lignes principales de la structure interne. Cela vaut surtout pour les termes du Lias supérieur et moyen mais, moins pour la base de cet étage qui repose tantôt sur le Trias, tantôt par charriage sur le Flysch nummulitique ou partiellement crétacé. Tandis que des couches marno-calcaires terminent le Lias, d'épaisses séries de calcaire tabulaire riche en silex règnent dans la partie moyenne ; à leur base s'insinuent des calcaires blancs saccharoïdes — le calcaire du San Cristobal — qui d'interstratification irrégulière et capricieuse se soude intimement au complexe massif et peu stratifié de la base. Celle-ci comporte une dolomie gris-sombre souvent grenue — dans l'ouvrage de M. Gavala il est question à son sujet d'un étage de « caliza arenosa » — qui elle-même montre souvent des passages latéraux à des calcaires massifs.

En face de Grazalema les hautes arêtes de la Sierra del Pinar et de ses annexes septentrionales sont presque entièrement constituées par la série basale, dolomitique, d'où résulte une assez grande difficulté de reconnaître la disposition anticlinale qui y domine. Pour pouvoir mieux tracer l'allure de cet *anticlinal du Pinar*, si important pour l'interprétation du bord méridional du Subbétique, le mieux est de partir de l'élément qui lui est adjacent au N, c'est-à-dire du *synclinal du Pinar*. Celui-ci, situé dans la série marneuse et supérieure du Lias au N de la chaîne de ce nom, court presque E-W et affecte des changements bien prononcés. A la hauteur du Cerro San Cristobal anticlinal et synclinal sont assez réguliers (cpe. 7) ; plus vers l'E le synclinal se resserre en même temps qu'il s'élève rapidement (P. 1351 m ; cpe 8) pour se prolonger, virtuel, au-dessus des pentes abruptes des dolomies en contrebas de Las Lomas. Il n'y est plus qu'une structure étroite en calcaires lités, perchée dans les hauteurs de la

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

chaîne ; c'est au-dessous que se développe partiellement, substituant les calcaires saccharoïdes du San Cristobal, la dolomie basale formant les escarpements face à la vallée du Rio Guadalete. Dans la direction opposée, vers l'W, le synclinal prend un développement très grand. Commandant la tectonique, il s'enfonce largement surplombé par son flanc S de manière que toute la chaîne du Pinar avec ses parois dentelées semble lui appartenir (cpe. 6).

C'est de cette allure du synclinal que dépendent étroitement la forme et le développement de l'anticlinal. Celui-ci assez bien arqué dans les calcaires saccharoïdes et les bancs lités qui les accompagnent entre la pointe élégante du Cerro San Cristobal et le P. 1469 perd sa netteté vers l'E et vers l'W. Comme c'est la dolomie qui seule peut définir le noyau du pli, celui-ci devient très indistinct lorsque la dolomitisation cesse d'être localisée à un horizon et envahit des roches voisines. Néanmoins le tracé du noyau anticlinal est net en contrebas du Puerto de los Cumbres ; justement, là où la route vers Zahara entre dans les pentes dolomitiques, les pendages vers le S s'installent. Vers l'E, le volume de la montagne participant à cet anticlinal du Pinar devient de plus en plus réduit du fait de l'érosion. Vers l'W, par contre, toute la chaîne en est formée, mais de telle sorte qu'on ne distingue plus l'arrangement propre d'une voûte anticlinale. Son secteur occidental comporte tout ce Lias épais et dolomitique en une série isoclinale à forts pendages au S, et c'est dans ce complexe isoclinal que se doit confondre le noyau anticlinal à la fois retombant sur le synclinal adjacent au N (cpe 6). Bien que nous devons conclure que ce secteur correspondé au plus fort refoulement de la structure en question, nous sommes ici déjà à la hauteur où l'anticlinal du Pinar prend fin. Cette terminaison aux abords du village de Benamahoma est extrêmement brusque, de sorte qu'on pourrait y supposer d'importantes failles ; mais, au contraire, les calcaires du Lias supérieur fossilifères entourent avec de forts pendages (50-60°) la série plus profonde et font passage normal avec les formations plus jeunes du synclinal au N. La topographie épouse ces accidents brusques, la haute chaîne du Pinar s'arrête devant le creux de la fenêtre triasique de Benamahoma et les lignes directrices dans le sens du parallèle sont remplacées par des arêtes qui s'approchent du méridien.

Quelles sont alors les relations de cet anticlinal du Pinar avec le Corridor de Boyar? Est-il enraciné, peut-être flanqué de failles comme le veut notre prédécesseur, ou un chevauchement

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

confirme-t-il l'interprétation que nous a déjà suggérée le lambeau du Fresnillo ?

Tous les faits d'observations sont en faveur du charriage. Si l'on ne veut pas encore concéder au contact par la tranche des formations flanquant les couches irrégulièrement plissées du Flysch du Corridor un caractère décisif, c'est la ligne même du contact qui prouve le fait. De petits ravins ont entamé le flanc dolomitique et révèlent dans ces incisions le Flysch en contrebas des dolomies subbétiques. Le cas le plus instructif s'observe 2 km. au N de Grazalema où la Cañada de los Cerezos entame les dolomies en provoquant un rentrant considérable du Flysch bigarré sous les formations liasiques (v. fig. 2). Là, au cœur de l'anticlinal dolomitique, formant en quelque sorte le noyau du pli, apparaît le Flysch, un phénomène rappelant les dispositions similaires des Alpes où la formation la plus jeune est invertie dans le rôle des formations plus anciennes qui constituent le noyau d'un pli (cpes. 9 et 8). *L'apparition du Flysch dans le cœur d'un pli subbétique souligne donc de la manière la plus manifeste la superposition de ce complexe par charriage sur le Flysch du Corridor* et — mutatis mutandis — sur les éléments pénibétiques.

Toutefois, les coupes ne sont pas assez nettes pour décider si ce bloc superposé correspond à une forme tectonique renversée, ou en d'autres termes, si nous sommes en présence du front d'un grand pli couché vers le S. En fait, il y a des couches du type du Lias supérieur qui flanquent le bord méridional du pli du Pinar (entre le Puerto del Boyar et Benamahoma) ; et dans la demi-fenêtre « de los Cerezos » s'intercalent des calcaires lités ; mais on ne peut trop s'appuyer en l'occurrence sur un paquet de calcaire ayant l'apparence des termes supérieurs, parce qu'il n'est pas exclu qu'il s'agit de couches précurseurs au sens lithologique. D'autre part, le bord méridional de toute la Sierra del Pinar donne l'impression qu'il y a là un complexe franchement charrié pourvu accidentellement d'un flanc qui conduirait au flanc renversé — le Lias supérieur ci-dessus mentionné —, mais qui ne se développe pas, vu que *la base de l'ensemble est rabotée.*

Nous avons rapporté plus haut (p. 672) l'étrange petit massif du Fresnillo qui comporte les calcaires saccharoïdes du San Cristobal à un lambeau de poussée : dans ce cas il se rattacherait tout naturellement au complexe charrié du Pinar. Séparé par l'érosion, ce témoiu allongé dans la direction du bord du Subbétique fait ressortir la superposition de ce dernier sur l'infrastructure pénibétique. Il démontre en outre une certaine identité

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

des deux séries tectoniques, vu le coincement des couches du Fresnillo dans son soubassement.

Une superposition analogue s'avère aussi dans un secteur plus occidental. Dans le Corridor même, où sourdent en contrebas les sources del Hondon, une petite arête s'adosse contre les falaises de la Sierra ; des couches colorées à silex et des marno-calcaires type porcelaine, que je voudrais considérer comme terme de transition entre un Crétacé calcaire et un Crétacé supérieur en faciès de Flysch, y affleurent ; l'ensemble est à assimiler au Pénibétique ou, au moins, aux couches de son pourtour qui sont en liaison avec ses structures. Dans leur allure générale ces couches butent étrangement contre la tectonique subbétique.

Un trait caractéristique soulignant le caractère charrié de l'anticlinal du Pinar est la fenêtre du Trias de Benamahoma. Nous l'aborderons plus tard après que nous aurons défini les rapports du S du Subbétique avec les chaînes contiguës au N.

2. *La région entre la Sierra del Pinar et le Monte Prieto.*

Abstraction faite des faibles ondulations qui affectent le synclinal du Pinar, une nouvelle voûte, l'*anticlinal du Monton*, se dessine dans son flanc septentrional. Son noyau formé de calcaires saccharoïdes s'élève rapidement dès l'Arroyo de los Ballesteros vers l'E. Ce pli répète en quelque sorte l'allure et l'évolution du synclinal adjacent au S, que nous avons vu s'effacer dans les masses dolomitiques face à la vallée du Guadalete. Au Puerto de la Mesa (où la route de Zahara franchit l'arête) une faille secondaire tranche ce pli obliquement et après, dans les falaises du Coros, on ne distingue que son flanc NW (cpe. 9). Dans l'intérieur des chaînes la structure du Monton est bien individualisée, mais sa partie abaissée est coupée tectoniquement par une unité supérieure comme nous le verrons plus tard.

Toute la région liasique au N de l'axe du Monton (Monte Prieto) appartient au flanc septentrional de cet anticlinal, s'enfonçant dans cette direction avec des pendages de plus en plus accusés sous le Trias qui, ici, entoure tout le complexe dolomitico-calcaire en formant un grand rentrant vers l'W (Molino Alto). Cet enfoncement des éléments subbétiques sous le Trias germanique est très typique, et se répète assez souvent. Il montre que ces formations plastiques à faciès gypso-salin et de structure chaotique ont remonté de préférence le long des masses cohérentes des structures calcaires dont les couches originellement faisaient partie de la couverture stratigraphique normale.

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

En suivant vers l'W le rebord de ce Trias dans l'incision du Molino Alto on gagne le *Puerto de los Acebuches* qui détermine un point important dans notre tectonique subbétique. *Le Trias entourant les massifs subbétiques pénètre ici en chenal étroit dans l'intérieur des chaînes* et communique certainement avec la fenêtre de Benamahoma. Il sépare le secteur du Pinar avec les éléments relevés jusqu'à présent d'un autre complexe subbétique plus septentrional que nous dénommerons le secteur de la Sierra de Zafalgar.

Avant de l'aborder il convient de se demander si l'ensemble des structures parcourues dès le Corridor du Boyar doit être considéré comme formant d'un bout à l'autre une nappe flottante ou s'il s'agit plutôt d'une grande écaille enracinée, dont nous avons esquissé le front charrié le long de la zone de Flysch del Puerto del Boyar. On ne peut répondre avec certitude. Toutefois, il faut noter que les trois éléments distingués *tendent à s'enfoncer sous le Trias* de la zone du Puerto del Acebuchal et qu'ils font face au S aux éléments pénibétiques. Cette allure permet de penser qu'il s'agit d'une grande écaille ou nappe du 2e genre arrachée d'une zone d'enracinement située plus au N et poussée vers le S. Ainsi coupée de sa racine, cette écaille serait plus ou moins enveloppée dans le Trias qui formait autrefois, en conditions moins disloquées, son substratum originel et qui s'élève à son pourtour sur de vastes étendues.

3. *Le complexe de la Sierra de Zafalgar.*

Si des abords du Puerto de los Acebuches nous regardons vers l'intérieur des chaînes, nous voyons au SW se découper une série de coulisses montagneuses dont la culmination se trouve dans la Sierra de Zafalgar. Ce front rocheux détermine une unité superposée à celle du Pinar ; nous en parlerons sous le nom de *l'écaille de Zafalgar*. Le Trias del Puerto de los Acebuches sépare clairement dans le défilé de l'arroyo de los Ballesteros le Lias supérieur sous-jacent des dolomies et calcaires massifs superposés (cpe. 9). Il n'y a pas de doute que ce Trias s'enfonce sous les corniches de la série supérieure et qu'il ne s'agit pas seulement d'une dislocation verticale qui traverse diagonalement et assez sinueusement la région du Lias comme le font voir carte et coupes de M. J. Gavala. Dans le défilé mentionné, l'enfoncement s'effectue par un pendage de 30-35° au NW. Plus loin, pour autant qu'on peut en juger d'après les affleurements disjoints pointant sous un vaste manteau

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

d'éboulis, ce Trias va joindre la boutonnière de cette formation qui appparaît dans le creux de Benamahoma. Un détail important dans ce parcours décèle encore l'arête au Puerto del Horno de la Miera où la même disposition se vérifie : un petit piton isolé de dolomie repose sur la lame triasique qui apparaît en contrebas de la base de l'écaille de Zafalgar (cpe. 8).

La structure interne de l'unité de Zafalgar est beaucoup plus simple que celle du Pinar. Je n'ai qu'effleuré ces vastes extensions et je dois donc renvoyer à la description de M. Gavala (13, p. 71). C'est en gros un complexe isoclinal qui embrasse tout l'angle NW des montagnes liasiques. Il s'enfonce d'abord sous un angle qui varie de 10-30° vers le N, çà et là, coupé par des failles. La série dolomitique basale a moins d'importance que dans l'écaille du Pinar ; des calcaires lités souvent très grossiers prédominent et peuvent se terminer en biseau. Le long du bord septentrional de nos montagnes où l'inclination du Lias supérieur augmente considérablement, nous rencontrons pour la première fois le Crétacé subbétique, gris-verdâtre, très marneux, qui recouvre le Lias et le Dogger noduleux. Le long de ce bord N, sur une distance de 3-4 km., la série crétacico-liasique s'enfonce sous le Tertiaire ; celui-ci, à son tour, pas loin d'ici, aux abords du Rio Guadalete, repose directement sur le Trias sans intercalation du Mésozoïque calcaire, suppression d'une série épaisse comme elle et bien répandue dans le pays subbétique. Cet enfoncement du complexe de Zafalgar vers le N est fortement en faveur de son enracinement dans cette direction. Aussi, pouvons-nous conclure comme pour l'unité du Pinar qu'il s'agit d'une grande écaille — ou comme nous verrons encore, d'une nappe — de provenance citrabétique. La superposition imbriquée des deux unités se répète encore pour un troisième petit accident qu'on peut constater dans l'éperon NE du relief montagneux où s'accroche le village de Zahara au pied de son castillo.

4. *L'éperon de Zahara.*

Ce piton coiffé d'une tour arabe est composé d'un calcaire massif et blanchâtre passant à des dolomies, extrêmement fracturé et se transformant en une brèche grossière. Il est séparé du Lias supérieur de l'unité de Zafalgar par un liséré étroit de Trias qui pourtant s'élargit vite et communique avec les grandes extensions du Trias citrabétique (cpe. 9). Un petit rocher analogue repose 1 km. plus à l'W sur le Crétacé marneux, ce dernier n'atteignant pas le promontoire de Zahara. Ce n'est qu'au-dessus de

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

ce Trias intercalé que vient la série tertiaire comportant dès sa base des grès d'Aljibe et le grès calcaire nummulitique du type que nous avons déjà suivi dans le Corridor de Boyar. Toute cette disposition nous induit à ne pas réunir, au moins aux environs de Zahara, ce Flysch à la couverture immédiate de la série de Zafalgar, mais de considérer toute la succession du Zahara comme une troisième lame reposant sur celle de Zafalgar, et s'enfonçant, ou mieux se confondant avec le Trias du pourtour. Il est bien possible que les rochers calcaréo-dolomitiques participant à cette dernière petite écaille subbétique appartiennent au toit du Trias (Infralias) et ne seraient pas à identifier avec les dolomies basales du Pinar-Zafalgar. En d'autres termes, cette petite écaille de Zahara *ne serait que le bord retroussé du Trias*, qui, comme nous avons déjà vu dans le bord du Molino Alto, entoure d'une sorte de pli circulaire les unités calcaires ; c'est une sorte de jaillissement passif qui chasse cette formation partout dans les vides produits par les distensions tectoniques entre les formations plus rigides.

5. *La fenêtre de Benamahoma et l'éperon de l'Albarracin.*

Le caractère flottant de l'unité de Pinar près de sa terminaison occidentale nous était déjà imposé dans un chapitre précédent en s'approchant de Benamahoma. Dans le creux de ce petit village caché apparaît le Trias gypseux à ophites entouré des séries du Lias supérieur ou des dolomies basales. C'est le Trias du type du pourtour des chaînes subbétiques ; il se présente dans la vallée profonde du Rio El Bosque *en fenêtre tectonique* et non comme boutonnière dans la couverture stratigraphique normalement superposée ; *le contact par la tranche de diverses formations fait évidente cette disposition* ; des grandes sources émergent à la base du complexe charrié.

Au bord septentrional de la fenêtre s'élève la Sierra del Labradillo, terminaison S d'une longue chaîne où l'orientation des couches dans le sens du méridien prédomine ; cette direction se maintient dans l'arrangement général au delà de l'interruption que provoque la petite fenêtre de Benamahoma. C'est entre la ligne de Rio El Bosque qui traverse la fenêtre et le débouché occidental du Corridor de Boyar que se place un ensemble de montagnes qui constitue plutôt un annexe au bloc principal de la région subbétique et que nous rassemblons, d'après sa culmination, sous le nom de *l'éperon de l'Albarracin*. Cette région constitue un coin assez difficile à déchiffrer géologiquement. L'inter-

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

calation capricieuse de dolomie et surtout de calcaire massif entre des séries litées donne souvent l'impression qu'on a affaire à des séries basales, tandis qu'il peut s'agir seulement de récurrences lithologiques.

Un trait saillant dans le pourtour de la fenêtre est l'opposition de la direction prédominante des couches des divers éléments structuraux. A la direction dans le sens du méridien qui détermine avec beaucoup de déviations l'arrangement dans l'éperon de l'Albarracin et de sa continuation au N qui le rattache à l'unité du Zafalgar s'oppose la direction dans le sens du parallèle du pli du Pinar ; celui-ci brusquement s'enfonce et probablement disparaît vers l'W sous l'écaille de Zafalgar qui, ici, de plus en plus, acquiert le caractère d'une nappe (cpe. 5).

La partie de l'éperon d'Albarracin jalonnant la terminaison du Pinar comporte les termes inférieurs — dolomies claires, très fracturées, calcaires dolomitiques très massifs — d'une structure peu définie ; elle se ramifie vers le S et face dans le Cerro de la Cuevas la dépression du Flysch du Corridor de Boyar, montagne dont la configuration extérieure concorde très bien pour en faire une masse flottante, entaillée, en plan, par le Flysch qui la contourne.

A la marge supérieure de la série basale se placent les collines qui flanquent l'Arroyo de los Charcones (P. 748 m ; cpe. 4) et le replat du Cortijo Zahurdas, où un Lias noduleux (*Ammonitico rosso*) est bien développé. Ces couches, ailleurs peu fossilifères, constituent le volume principal de l'Albarracin qui, du reste, n'a pas ce caractère faillé avec des pincements de Tithonique comme le décrit notre confrère espagnol (13, p. 76) mais, grosso modo, peut être considéré comme un large synclinal onduleux dans lequel nous ne savons pas encore bien placer le rôle des calcaires massifs (cpe. 3 *a*). C'est dans cette cuvette peu prononcée qu'apparaît un étrange élément supérieur ; sur des calcaires schisteux repose, mécaniquement superposée, une masse dolomitique qui couronne le sommet et l'arête septentrionale avoisinante (cpes. 3 *a*, 4). Au delà du Rio El Bosque cette masse superposée au Lias supérieur trouve probablement sa continuation dans le paquet de couches massives constituant l'arête de la Sierra del Labradillo d'où elle continue vers le N ; aux extrémités NW du complexe subbétique, que nous n'avons plus étudié, il semble que cette écaille doive se souder à l'unité de Zafalgar.

Le bord extérieur et occidental du Lias subbétique est flanqué par le Crétacé marneux et inférieur et répète donc les conditions que nous connaissons déjà des abords de Zahara. S'il y a du Juras-

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

sique supérieur entre les deux formations, la dernière ne se trouve que sous forme de lentilles isolées ou bandes réduites; il n'est pas encore décidé si c'est l'effet d'une ablation antécrétacique ou une interruption de sédimentation; en tout cas le contraste avec l'échelle stratigraphique des structures pénibétiques est apparent.

Ce Crétacé bordier d'où émerge le Tithonique bréchoïde d'El Bosque (cimetière) contourne l'éperon de l'Albarracin (El Puntal) ce qui évoque un peu la présence d'un flanc renversé; cela d'autant plus que dans la fenêtre de Benamahoma des marnes grises çà et là affleurent le long du bord S. Néanmoins l'identité des marnes de part et d'autre n'est pas certain; le mimétisme entre marnes du Lias supérieur et marnes crétaciques est si complet qu'une distinction est presque impossible sans avoir une coupe continue. Les mêmes difficultés ont été déjà relevées pour des régions subbétiques avoisinantes (10, p. 160).

6. *La chaîne de la Silla Alta-Pico del Adrion.*

Entouré complètement de Trias, un complexe montagneux de contour elliptique se dresse entre le Rio Tavizna et le Rio de Ubrique, situé au débouché occidental du Corridor de Boyar et justement au S de l'éperon de l'Albarracin. Ni ses traits morphologiques et structuraux ne trahissent de lignes bien prononcées; au contraire, comme dans les régions au N, ces mêmes récurrences de roches massives en proximité du Lias supérieur bien lité ou marneux, rendent difficile l'orientation stratigraphique.

Cette parenté stratigraphique avec le massif de l'Albarracin est soulignée aussi par la prépondérance de lignes structurales plus ou moins méridiennes (NNW-SSE). Abordant cette chaîne de tons sombres de la vallée du Rio de Ubrique le trait principal semble être une cuvette centrale dont les flancs latéraux sont en calcaires massifs ou dolomies (cpe. 10). En désaccord avec cette disposition du bord extérieur, l'axe de l'ellipse de ces montagnes montre une série prépondérément isoclinale qui s'incurve au N plutôt vers l'W; des bancs à silex coloré du Toarcien-Aalénien indiquent cette disposition. Considérant qu'il s'agit ici des termes supérieurs du Lias subbétique et que les arêtes bordières sont constituées de dolomies et de calcaires massifs en transition avec elles, on conclut volontiers qu'un synclinal retombé vers l'W soit le trait principal de ces montagnes (cpe. 1 *a*). Une structure, arrangée plutôt transversalement (Cerrajon de la Silla), occupe le secteur septentrional du complexe (cpe. 1).

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

Vu cette insuffisance de pouvoir établir des lignes tectoniques bien caractérisées dans ces petits massifs de Lias tabulaire et marneux, on ne doit pas oublier qu'ils ne présentent que des portions fragmentaires d'une tectonique plus étendue, coupée en flancs bordiers par l'érosion et les contacts accidentels avec le Trias qui les entoure.

Il serait important de prouver le caractère de lambeau flottant de cette enclave subbétique le long du petit massif même. Mais les contours sont tellement arrondis, sans contacts parlants, que nous devons rechercher d'autres raisonnements pour élucider la question. C'est au S où le front rocheux entre le petit témoin du Castillo de Fatima et la Silla Alta domine le Trias sousjacent, que la position flottante s'impose (cpes. 10 et 1). Une formation marneuse s'intercale en contrebas des dolomies reposant sur le Trias. Qu'elle appartienne au Lias supérieur ou au Crétacé inférieur — ce qui est difficile à décider —, elle montre qu'ici un flanc renversé est présent sous le Lias basal. En outre, les relations étroites avec l'éperon subbétique d'au delà du Rio Tavizna confirment l'indépendance du massif de la Silla Alta du Trias du pourtour ; il ne peut être autochtone ni subautochtone dans le sens du Pénibétique ; c'est un lambeau disséqué, qui s'avance vers le S — et justement là où les éléments pénibétiques font défaut — et constitue l'extrême bord méridional de l'unité de Zafalgar. Comme cette écaille ne saurait s'enraciner au N avant le parallèle du Puerto de los Acebuches, on peut évaluer l'amplitude des contacts anormaux à la base de cette structure. Elle atteint les proportions d'une vraie nappe s'avançant sur plus de 16 km. du N au S.

En parcourant le vaste triangle montagneux entre Ubrique, Grazalema et Zahara, nous avons rejoint notre point de départ au SW des massifs. Il serait utile encore d'étudier l'allure des formations de leur pourtour. Toutefois leur signification étant liée intimement aux questions stratigraphiques, nous renvoyons cette analogie à la discussion qui sera donnée ultérieurement au sujet de la stratigraphie de la région.

C. — QUELQUES REMARQUES SUR L'ÉVIDENCE DE MOUVEMENTS OPPOSÉS

L'étrange allure tectonique qui s'avère dans la région parcourue réside dans le fait qu'il y existe des structures trahissant des mouvements opposés. Au S, l'arrangement du Pénibétique qui

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

est assez simple ; il n'y a là que des écailles qui obéissent à la poussée prédominante dans toutes les Cordillères, surtout dans leur zone interne.

Cette allure tectonique, par contre, change brusquement le long de la ligne du Corridor de Boyar. Au N, le complexe subbétique se comporte de façon très différente, tant au point de vue stratigraphique que tectonique. On peut l'assimiler à un ensemble d'écailles, mais de dimensions tellement plus grandes qu'il est légitime d'y voir des nappes. Ce caractère est souligné par l'étendue et partiellement l'horizontalité des contacts anormaux. *L'analyse tectonique locale nous a conduit à chercher les racines de ces éléments subbétiques dans la direction de leur enfoncement, donc de les faire provenir du N.* Cela implique que nous les considérons comme des éléments de caractère citrabétique et non comme une masse de provenance lointaine, inconnue (ultrabétique). Les points suivants plaident en faveur de ces conclusions :

1° La participation du Trias citrabétique aux écailles en question y montre une formation qui dans les zones externes des Cordillères est d'origine autochtone ;

2° L'allure tectonique locale est soulignée par un pli frontal au bord S, partiellement retroussé vers le N (Sra. del Pinar) ;

3° Les relations réciproques des unités distinguées, c'est-à-dire l'existence de retroussements en accidents locaux, soit pénibétiques ou subbétiques, ainsi que l'avancée de l'unité de Zafalgar en terrain libre de Pénibétique, se laissent expliquer par le jeu de mouvements opposés ;

4° L'existence d'une allure analogue — d'une poussée antibétique — dans la région subbétique, bien que de moindre amplitude, sur de très longues distances, montre l'effet des mêmes forces ;

5° La continuité des éléments subbétiques dans la direction SW plaide pour leur indépendance de l'allure du bâti bétique (nappe de Malaga) s'enfonçant dans la même transversale sous la couverture générale du Flysch ; leur caractère citrabétique s'ensuit.

Si nous acceptons les faits mentionnés et leur interprétation locale, cette région gaditan que nous avons étudiée fait donc ressortir *l'opposition franche de deux forces actives de plissement*, c'est-à-dire *d'un mouvement bétique normal* et d'un *mouvement antibétique secondaire* qui dans cette transversale semble dominer dans le domaine subbétique. Bien qu'il ne s'agisse pas de deux plis qui se font face comme jadis dans les flancs du double pli glaronais, mais de toute une série d'éléments structuraux, il peut être permis de parler au figuré d'un « double pli » gaditan. Nous n'essayerons pas pour le moment d'encadrer cette tectonique dans

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

l'entourage, ni d'en aborder l'explication théorique ; ce sera tenté dans un mémoire ultérieur. Néanmoins, nous déciderons déjà aujourd'hui d'insister sur le fait que la prédominance des mouvements unilatéraux dans le jeu de l'orogénèse n'est pas si universelle qu'on est enclin à l'admettre. Si les phénomènes du refoulement ont pu être déclenchés par un mouvement prédominant et *profond* vers le N, d'autres forces *ont réagi dans un sens opposé*. Leur point d'application situé moins bas a provoqué des réactions qui ont trouvé dans le Trias lagunaire andalous un milieu plastique et même mobile propre à en faciliter le jeu.

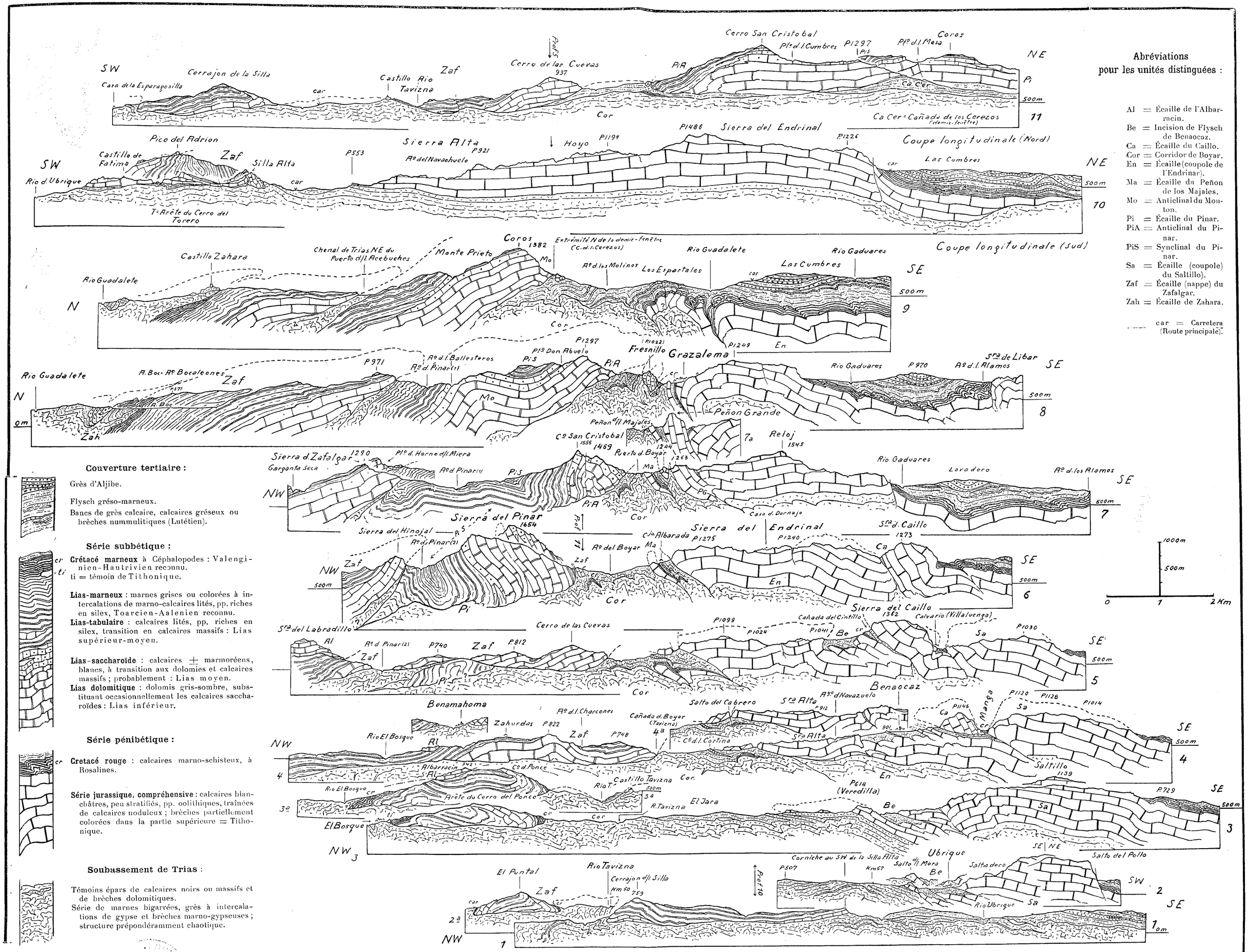
Ouvrages cités sur l'Andalousie.

1. Blumenthal, M. Versuch einer tektonischen Gliederung der betischen Cordilleren von Central und Südwest-Andalusien. *Eclogae geol. Helv.*, vol. XX, 1927, pp. 487-532.
2. — Sur le dispositif des nappes de recouvrement de la Serrania de Ronda. *Eclogae geol. Helv.*, vol. 21, 1928, pp. 358-365.
3. — Beiträge zur Geologie der betischen Cordilleren beiderseits des Rio Guadalhorce. *Eclogae geol. Helv.*, vol. 23, 1930, pp. 41-293.
4. — Das Westende des Betikums nördlich dem « Campo de Gibraltar ». *Géologie d. l. Méditerranée occident.*, vol. IV, n° 2, Barcelona 1931-33, pp. 1-44.
5. — Géologie des chaînes pénibétiques et subbétiques entre Antequera et Loja, etc. *Bull. Soc. Géol. France*, 5e série, t. 1er, 1931, pp. 25-94.
6. — Geologie der Berge um Ronda. *Eclogae geol. Helv.*, vol. 26, 1933, pp. 43-92.
7. — Sur les relations tectoniques entre les zones bétique, pénibétique et subbétique du Sud-Ouest de l'Andalousie. *CR. Ac. Sc.*, t. 197, 1933, p. 1138.
8. — Sur l'autochtonie du pénibétique dans la province de Cadix. *CR. Ac. Sc.*, t. 197, 1933, p. 1668.
9. — Sur l'existence de poussées antibétiques en Andalousie. *CR. Ac. Sc.*, t. 198, 1934, p. 189.
10. — Die Grenzverhältnisse zwischen sub- und pénibetischer Zone im Grenzgebiet der Provinzen Malaga, Sevilla und Cadiz. *Eclogae geol. Helv.*, vol. 27, 1924, pp. 147-180.
11. Fallot, P. Essais sur la répartition des terrains secondaires et tertiaires dans le domaine des Alpides espagnoles. *Géologie d. l. Méditerranée occident.*, vol. IV, n° 1, Barcelona 1931-34, pp. 1-115.

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

12. Gavala, J. Regiones petroliferas de Andalucia. *Bol. d. Inst. Geol. d. España*, t. XXXVII, 1916.
13. — Descripcion geographica y geologica de la Serrania de Grazalema. *Bol. d. Inst. Geol. d. España*, t. XXXIX, 1918, pp. 1-143.
14. — Costa española del Estrecho. XIV Congreso geol. Internacional, Madrid 1926, Excursion A-1, pp. 23-136 (*Guide géologique*).
15. Gentil, L. Sur l'existence de grandes nappes de recouvrement dans la province de Cadix. *CR. Ac. Sc.*, t. 166, 1918, p. 1003.
16. — Sur l'extension en Andalousie des nappes de recouvrement de la province de Cadix. *CR. Ac. Sc.*, t. 167, 1918, p. 83.
17. Macpherson, J. Bosquejo geologico de la provincia de Cadiz. Cadiz 1873, pp. 1-156.
18. Staub, R. Gedanken zur Tektonik Spaniens. *Vierteljahrschr. d. Naturf. Ges. Zürich*, Bd. 72, 1926, pp. 196-261.
19. — Der Deckenbau Südspaniens in den betischen Cordilleren. *Vierteljahrschr. d. Naturf. Ges. Zürich*, Bd. 79, 1934, pp. 271-332.

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



SÉRIE DE COUPES A TRAVERS LE "DOUBLE PLI" GADITAN

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

Sur deux restes d'Insectes fossiles provenant du bassin de Kousnetzk et sur l'age géologique des dépôts qui les renferment

par **Georges Zalessky** [1].

INTRODUCTION

Les empreintes fragmentaires d'ailes d'Insectes dont la description est donnée dans l'article présent ont été recueillies dans le bassin de Kousnetzk par le géologue Dr B. J. Javorsky qui a eu l'obligeance de me les transmettre pour l'étude en me priant de tâcher de déterminer d'après elles l'âge des dépôts dans lesquels elles ont été trouvées.

La détermination de l'âge géologique d'après les restes d'Insectes est un problème qui est loin d'être facile, car plusieurs groupes d'Insectes, parfois même des familles entières sont tellement constantes qu'elles se trouvent dans toute une série de systèmes géologiques. Dans le cas présent, le problème qui m'avait été donné était d'autant plus difficile que je ne disposais que de petits fragments d'ailes et non d'ailes entières. Pourtant, ces fragments étant bien conservés et présentant des portions de la partie basale des ailes qui sont surtout importantes pour la détermination, il m'a été possible de définir leur position systématique et, en me fondant là-dessus, de donner ma conclusion sur leur âge géologique.

Je profite de cette occasion pour exprimer ici ma profonde reconnaissance au Dr B. J. Javorsky pour m'avoir donné d'étudier ces restes qui se sont montrés suffisamment intéressants.

Je dois noter qu'à présent en étudiant les ailes d'Insectes j'emploie ma propre nomenclature de nervures. Comme l'analyse de tout le complexe panorpoïde des insectes (6) auquel se rapporte un des restes décrits ici, n'est pas encore accomplie suivant ma nomenclature, et comme ici on a affaire à des fragments d'ailes, j'emploie dans ce cas la nomenclature généralement usitée de Comstock et de Needham (1, 2).

1. Note présentée à la séance du 4 novembre 1935.

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

DESCRIPTION ET EXAMEN DE LA POSITION SYSTÉMATIQUE

Ordre des *Mecoptera*

Famille des *Neorthophlebiidae* HANDLIRSCH

Bittacopanorpa Javorskii n. g. et n. sp.

(Fig. 1 et 2).

Deux empreintes, négative et positive, du même fragment de la base de l'aile gauche. La longueur de l'empreinte est de 5 mm., la largeur dans l'endroit le plus large de 3 mm. La costa

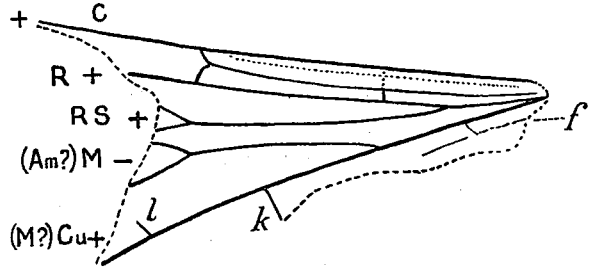


FIG. 1. — *Bittacopanorpa Javorskii* n. g. et n. sp. Dessin d'après une empreinte positive d'une portion de la base de l'aile gauche.

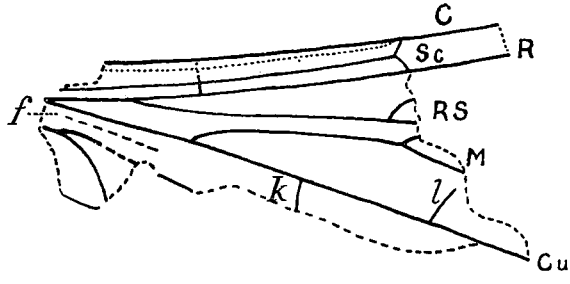


FIG. 2. — *Bittacopanorpa Javorskii* n. g. et n. sp. Dessin d'après une empreinte négative d'une portion de la base de l'aile gauche.

est unie, un peu courbée en dedans vers la partie postérieure de l'aile. La subcosta n'atteint pas le sommet de l'aile, mais, comme chez *Protabittacus liassicus* TILLYARD (7) de la famille des *Neorthophlebiidae* (fig. 3), se termine en forme d'une ramification en Y près du milieu de l'aile. Le radius sur la portion conservée ne donne qu'une seule branche RS qui dichotomise et se

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

ramifie probablement plus loin suivant le schéma commun à toutes les *Panorpidae* et *Neorthophlebiidae*. M et Cu se détachent de la base commune avec R.

La mediana dichotomise et puis se ramifie probablement aussi suivant le schéma commun à ce groupe d'Insectes. La mediana est représentée sur l'empreinte par la nervure inférieure, ce que je désigne sur mon dessin de la fig. 1 par le signe —, et pour

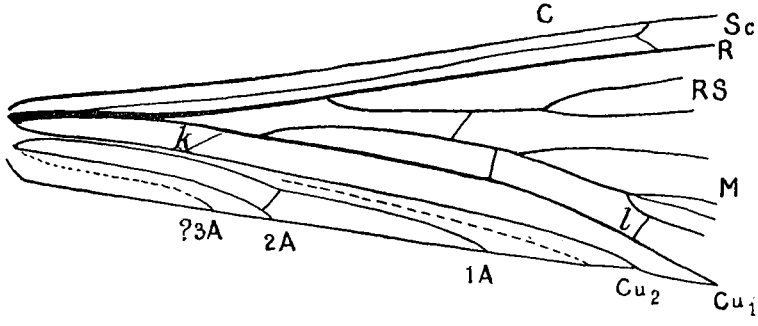


FIG. 3. — Partie basale d'une aile de *Protobittacus liassicus* TILLYARD, fam. des *Neorthophlebiidae*, Lias inférieur (d'après Tillyard).

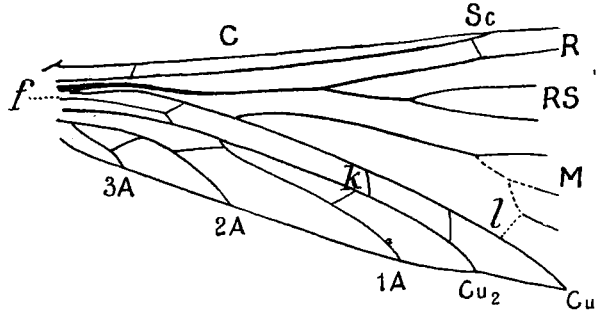


FIG. 4. — Partie basale de l'aile postérieure de *Panorpa cognata* RAMBUR, fam. des *Panorpidae*, actuel, Europe (d'après Tillyard).

cette cause, d'après moi, cette nervure ne peut pas correspondre à la vraie mediana et selon toute probabilité c'est à tort qu'on l'envisage chez les autres *Mecoptera* aussi comme mediana. Il est possible qu'elle corresponde à l'Antemédiane de ma nomenclature, mais pour la raison citée plus haut je m'abstiens à présent de toute conclusion définitive. Cu rappelle fort cette nervure chez *Protobittacus liassicus* TILLYARD (fig. 3) et un peu chez l'espèce européenne d'à présent *Panorpa cognata* RAMBUR de la famille de *Panorpidae* (fig. 4).

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

Les nervules transversales *l* et *k* correspondent parfaitement aux nervules pareilles de ces formes. Puis, nous remarquons sur l'empreinte une légère impression notée par un pointillé de la nervure f correspondant à une pareille dans l'aile de *Panorpa cognata* RAMBUR. Puis, la bifurcation des nervures anales conservée sur l'empreinte rappelle, par le caractère de son angle plus grand, plutôt celle dans l'aile postérieure aussi de *Panorpa cognata* RAMBUR que chez *Protobittacus liassicus* TILLYARD. Entre R et Sc il y a une nervule transversale bien distincte qui se marque en faible empreinte aussi au-dessus de la subcosta entre cette dernière et la costa. A travers tout le champ entre C et Sc il s'y étend sur l'empreinte une faible raie représentée sur le dessin par un pointillé et correspondant à ce qu'il paraît à un pli sur la membrane. Il paraît qu'on peut envisager l'empreinte de *Bittacopanorpa* comme une empreinte de fragment de l'aile postérieure, car la costa y est légèrement courbée en arrière et ne se présente ni droite ni courbée en avant et aussi parce que la portion conservée des anales rappelle plutôt par son caractère une pareille dans l'aile postérieure de *Panorpa cognata* RAMBUR. D'un autre côté, chez *Panorpa germanica* L. de nos jours, l'angle de divergence des anales dans l'aile antérieure rappelle plutôt celui de notre empreinte. Chez les formes de nos jours, c'est le plus souvent dans l'aile postérieure que nous voyons la subcosta se terminer près du milieu de l'aile au niveau des premières ramifications de RS et de M, comme par exemple (ceci a lieu) chez cette même *Panorpa germanica* L., tandis que la terminaison de Sc près du milieu de l'aile apparaît comme trait caractéristique de la famille des *Bittacidae*, où cet indice est exprimé également dans l'aile antérieure ainsi que dans l'aile postérieure. Nous rencontrons la même chose chez le genre *Protobittacus* TILLYARD aussi, où nous voyons un tableau surtout semblable chez *Protobittacus liassicus* TILL. provenant du Lias inférieur. Ce fait me permet de rapporter *Bittacopanorpa Javorskii* à la même famille à laquelle appartient aussi le genre *Protobittacus*, notamment à la famille des *Neorthophlebiidae*, quoique je ne puisse ne pas noter aussi une grande ressemblance que j'avais déjà mentionnée avec un représentant de la famille des *Panorpidae*, notamment avec l'aile postérieure de *Panorpa cognata* RAMBUR de nos jours, à laquelle notre empreinte ressemble un peu aussi par la terminaison de la subcosta. Mais chez *Panorpa cognata*, M et Cu se détachent séparément du Radius, tandis que chez *Bittacopanorpa Javorskii*, ainsi que chez *Protobittacus*, elles ont une base commune. Il ne paraît pas possible de

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

rapporter notre objet au genre *Panorpa* ni au genre *Protobittacus*, avec lequel il a plus de traits communs quand même, non seulement parce qu'il comprend des ressemblances avec ces deux genres, mais aussi parce qu'il diffère des deux par la distance étroite très caractéristique entre RS et M et parce que RS se détache de R avant et plus près de la base de l'aile que M ne se détache du tronc commun avec Cu, tandis que chez les formes que nous mettons en parallèle ceci est présenté à l'envers ; c'est pourquoi je rapporte cette trouvaille à un genre indépendant, *Bittacopanorpa*, voulant montrer par cette dénomination qu'il comprend quelques indices de ces deux genres, et je pense que c'était une forme proche de *Protobittacus liassicus* Till., mais plus proche, que ce dernier, du genre *Panorpa*. Le fait que RS se détache de R avant, c'est-à-dire plus près de la base de l'aile, que M ne se détache du tronc M + Cu, fait penser que nous avons affaire ici même avec un représentant d'une nouvelle famille, car cet indice est très caractéristique, n'étant représenté ni dans la famille des *Neorthophlebiidae*, ni dans celle des *Panorpidae*. En attendant, je ne trouve pas possible quand même d'isoler ce genre ; en possédant un reste si incomplet, en une famille nouvelle, et avec cette réserve je l'envisage, à cause de sa ressemblance avec *Protobittacus liassicus*, comme un représentant original de la famille des *Neorthophlebiidae*.

Provenance. — Sibérie occidentale, bassin de Kousnetzk, sur la rive droite de la rivière Tom, au Babij Kamen, dans les schistes verdâtres aréno-argileux gisant immédiatement sur les basaltes, à 0,8-1,2 m. de leur lisière supérieure.

Ordre des *Protoperlaria* Tillyard

Famille des *Lemmatophoridae*

Lemmatophoropsis sibirica n. g. et n. sp.

Fig. 5.

Le reste présente une empreinte de la partie supérieure, c'est-à-dire antérieure, de la base de l'aile droite. Le champ costal est conservé en forme d'une empreinte négative, tandis qu'au-dessous de Sc l'empreinte est représentée en positif, c'est-à-dire que sur cette portion ce ne sont pas les empreintes des nervures qui se sont conservées en forme d'impressions, mais les nervures minéralisées même en forme de proéminences. La longueur du fragment est de 7 mm., la largeur à l'endroit le plus large de

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

3 mm. La costa est convexe, courbée en dehors. La subcosta et le Radius dans la partie conservée sont droits, allant presque parallèlement l'un à l'autre. L'empreinte porte dans cette partie

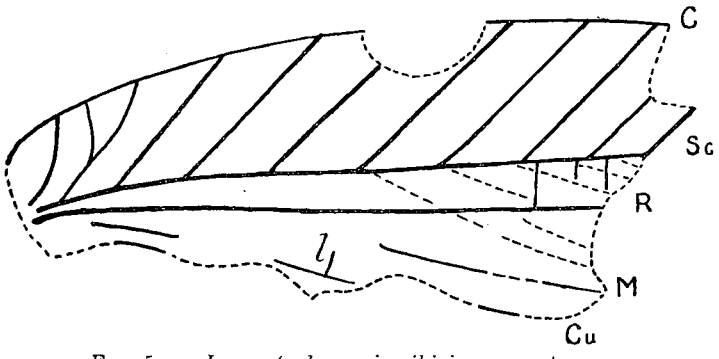


FIG. 5. — *Lemmatophoropsis sibirica* n. g. et n. sp.
Dessin d'après une empreinte de portion de la base de l'aile droite.

les traces de plis de la membrane notés sur le dessin par des lignes obliques. La mediana est conservée en forme de fragments de nervures ainsi que Cu duquel une nervule transversale se détache vers M. Tout le champ costal est couvert d'un carreau de nervures transversales dirigées obliquement dans la seconde, à partir de la base de l'aile, bifurque. Entre Sc et R on voit distinctement trois nervures transversales dont deux ne sont pas complètement conservées sur toute leur étendue.

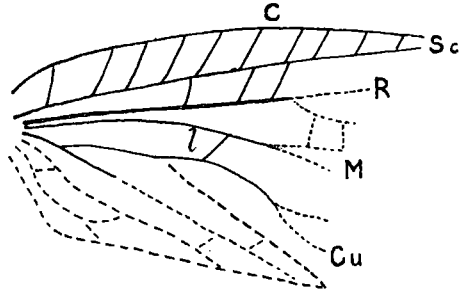


FIG. 6. — Partie basale de l'aile antérieure de *Lemmatophora typica* SELL., fam. des *Lemmatophoridae* (d'après Tillyard).

Tout le tableau dans son ensemble rappelle fort la partie supérieure de la base de l'aile chez le genre *Lemmatophora* SELLARDS (8), où nous trouvons aussi les nervules transversales homologiques entre Sc et R et entre M et Cu (fig. 6). Et parce que Sc et R vont presque parallèlement l'un à l'autre, cette

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

empreinte rappelle les représentants de la famille *Geinitziidae* HANDLIRSCH rapportés par le Dr Handlirsch à l'ordre des *Mantoidea*, mais que le Dr Martynov rapporte maintenant à l'ordre des *Protoperlaria*, un nouveau genre, *Schurabia* MARTYNOV, ayant été trouvé ; provenant du Lias du Schurab[1].

Une grande ressemblance avec la famille des *Lemmatophoridae* (8) s'exprime aussi dans le caractère même de l'empreinte des nervures qui, de même que dans les empreintes de *Lemmatophora typica* SELLARDS (8), sont représentées par des lignes grasses assez larges. On ne peut sans doute que très problématiquement donner une nouvelle dénomination générique en se fondant sur un reste si incomplet ; et pourtant je pense ne pas commettre une faute en considérant cette forme comme un genre et une espèce indépendants, *Lemmatophoropsis sibirica* de la famille des *Lemmatophoridae*.

Provenance. Sibérie occidentale, bassin de Kousnetzk, sur la rive droite de la rivière Tom, au Babij Kamen, dans les schistes verdâtres aréno-argileux gisant immédiatement sur les basaltes, à 0,8-1,2 m. de leur lisière supérieure.

SUR L'AGE GÉOLOGIQUE DES DÉPOTS RENFERMANT LES RESTES

La description donnée plus haut fait voir que la forme *Bittacopanorpa Javorskii* se rapproche du genre fossile *Protobittacus* dont les représentants connus *Protobittacus liassicus* TILLYARD et *P. maculatus* TILLYARD (7) ont été trouvés dans le Lias inférieur de Stensham en Worchestershire en Angleterre et *Protobittacus Handlirschii* TILL. dans le Lias supérieur de Dumbleton en Gluckestshire, Angleterre. Les deux autres genres représentant la famille des *Neorthophlebiidae*, se rapportent aussi au Lias, à savoir le genre *Neorthophlebia* HANDLIRSCH provenant du Lias supérieur de Meklembourg en Allemagne et le genre *Probittacus* MARTYNOV (4) provenant du Lias supérieur du Tourkestan.

L'autre forme, *Lemmatophoropsis sibirica* rappelle, comme nous l'avons vu, le genre *Lemmatophora* du Permien inférieur de Kansas en Amérique du Nord et je la rapporte à la famille *Lemmatophoridae* qu'on a tenue pour essentiellement permienne, comme tout l'ordre des *Protoperlaria* en général. Ceci ne

1. Communication inédite de A. B. Martynov à la séance de la Société Paléontologique de Russie, 27 mai 1935.

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

prouve pourtant pas du tout que le genre *Lemmatophoropsis* est un genre permien, en ne montrant que l'insuffisance de nos notions par rapport à la durée de l'existence de cette famille, car les parents les plus proches de la famille des *Lemmatophoridae*, notamment les représentants de la famille des *Geinitziidae*, se rencontrent dans le Lias, ce qui est prouvé d'une manière éclatante par l'article inédit du Dr A. B. Martynov.

Ainsi l'ordre des *Protoperlaria* est représenté dans le Permien comme dans le Lias, — donc il a existé dans le Trias aussi, quoiqu'il n'y ait pas eu de trouvailles dans le Trias jusqu'à présent.

Le genre *Geinitzia* HANDLIRSCH, un des représentants de la famille des *Geinitziidae* provient du Lias supérieur de Meklembourg (c'est-à-dire de la même contrée d'où provient le genre *Neorthophlebia*, v. plus haut). Or, un autre genre représentant cette famille, notamment le genre *Schurabia* MARTYNOV, a été trouvé dans le Lias du Schurab, Asie centrale. Il n'y a rien d'invraisemblable à ce que la famille des *Lemmatophoridae*, comme le genre *Lemmatophoropsis* et peut-être comme une série d'autres formes non encore constatées, ait gardé son existence dans le Lias. Je suis donc disposé d'une manière tout à fait décisive à considérer les formes dont la description a été donnée ici comme représentants de l'entomofaune liassienne. Du fait que les représentants du genre *Protobittacus* les plus proches du genre *Bittacopanorpa* proviennent du Lias inférieur (Rhaetic beds) et que *Lemmatophoropsis* rappelle la *Lemmatophora* permienne, je pense que les dépôts qui renferment les trouvailles dont la description a été donnée ici, doivent être rapportés au Lias inférieur aussi. Je n'ai pourtant pas de raisons de me prononcer d'une manière plus décisive pour cette dernière hypothèse.

Je venais d'arriver à la conclusion que les dépôts renfermant ces Insectes se rapportaient au Lias et je l'avais communiquée au Dr B. J. Javorsky, lorsque ce dernier me fit connaître l'article récemment publié de B. J. Tchernychov, où il envisage ces dépôts comme Trias supérieur en se fondant sur des trouvailles de représentants du genre *Estheria*. Ceci ne dément point mes déductions, en appuyant plutôt ma conclusion que ces dépôts représentent le Lias inférieur, c'est-à-dire les Rhaetic beds des Anglais que différents auteurs, à différentes époques, avaient rapportés tantôt au Trias supérieur, tantôt au Lias inférieur. L'ouvrage de Charles Moore (5) fait voir que ces dépôts gisant entre le Keuper et le Lias forment une transition du Trias

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

au Lias et comme la nature ne connaît pas de limites absolues, il n'y a pas de différence essentielle à envisager ces dépôts comme des parties les plus supérieures du Trias ou bien comme des parties les plus inférieures du Lias.

BIBLIOGRAPHIE

1. Comstock J. H. and Needham J. G. The wings of Insects. A series of articles on the structure and development of the wings of Insects, with special reference to the taxonomic value of the characters presented by the wings. *Reprinted from the American Naturalist*, vol. XXXII and vol. XXXIII, Ithaca, New-York 1898-1899.
2. Comstock J. H. The wings of Insects. An Exposition of uniform Terminology of the wing veins of Insects and a discussion of the more general characteristics of the wings of the several orders of Insects. *Id.*, Ithaca, New-York, 1918.
3. Handlirsch A. Die fossilen Insecten und die Phylogenie der rezenten Formen. *Ein Handbuch für Paläontologen und Zoologen*. Leipzig, 1908.
4. Martynov A. B. Jurassic fossil Mecoptera and Parathrichoptera from Turkestan and Ust-Balei. *Bull. Accad. Sciences de l'U. S. S. R.* (VI) XXI, 1927.
5. Moore Charles. On the zones of the Lower Lias and the *Avicula contorta* Zone (Rhaetic beds and fossils). *The Quarterly Journal*, vol. 17, pp. 483-516, London, 1861.
6. Tillyard R. J. The Panorpoid Complex. Part I and Part 2, *Proc. Lin. Soc. New South Wales*, vol. XLIII, part 2 and part 3, pp. 265-319 and pp. 626-657, 1918 ; part 3 : — The wing-venation, vol. XLIV, part 3, pp. 533-718, 1919.
7. Tillyard R. J. The Panorpoid Complex in the British Rhaetic and Lias. *British Museum Natural History*, London, 1933.
8. Tillyard R. J. Kansas Permian Insects. Part 10. The New order *Protoperlaria*. A study of the typical genus *Lemmatophora* Sellards. *American Journ. of Science*, vol. XVI, pp. 186-220, 1928.

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

RAPPORT DE LA COMMISSION DE COMPTABILITÉ

EXAMEN DES COMPTES DE 1935

Par mesure transitoire, nous avons intégré dans les comptes de 1935 les sommes restant dues à la Société et les factures non payées au 31 décembre 1935. Il sera donc nécessaire, pour obtenir des chiffres comparables à ceux des précédentes années, de défalquer ces sommes aux différents postes. Il restera à intégrer, dans les comptes du prochain exercice, la totalité des dépenses engagées pour cet exercice : de cette façon, la Société aura des situations comptables représentant, aussi exactement que possible, la totalité des recettes et des dépenses afférentes à chaque exercice.

A) BUDGET ORDINAIRE

Recettes. — Les recettes de l'exercice 1935 se sont élevées, au total, à 176.537 fr. 24[1], en augmentation apparente de 23.731 fr. 67 sur l'exercice 1934 et, si l'on défalque les sommes intégrées, en diminution de 268 fr. 33 sur ce même exercice.

Elles se décomposent comme suit :

Revenus : 12.470 fr. 15 en diminution de 672 fr. 72 par suite du prélèvement de 10 % ordonné par les décrets-lois.

Cotisations : 66.676 fr. 41, en augmentation de 2.158 fr. 06, provenant de la rentrée en 1935 d'un nombre relativement grand de cotisations pour l'exercice 1936.

Ventes de publications : 60.490 fr. 08[2], en augmentation apparente de 15.943 fr. 23 et, compte tenu des sommes intégrées, seulement de 12.943 fr. 23. Cette augmentation provient notamment d'une meilleure vente des Bulletins (pour 1.100 fr. environ), des tables (pour 240 fr.), des doubles et publications Fontannes (pour 2.100 fr. env.), des

1. Dont 24.000 fr. restant dus à la Société, le 31 décembre 1935.
2. Dont 3.000 fr. restant dus à la Société, le 31 décembre 1935.

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

publications Cossmann (pour 800 fr. env.), ainsi que de la rentrée des souscriptions pour les tomes X et XI des Mémoires (pour 9.800 fr. env.).

Subvention : 10.000 fr. (comme en 1934).

Recettes diverses : 36.900 fr. 60 [1], en augmentation apparente de 9.926 fr. 10 et, défalcation faite des sommes intégrées, en diminution de 11.073 fr. 90. Cette diminution vient surtout des contributions d'auteurs, inférieures de près de 10.500 fr. à celles de 1934, et des remises de Protat, en diminution de plus de 500 fr. par rapport à celles du précédent exercice.

Dépenses. — Les dépenses de 1935 se sont élevées, au total, a 225.508 fr. 84, en augmentation apparente de 60.570 fr. 93 ou, si l'on défalque les sommes intégrées, en diminution de 7.419 fr. 87.

Les frais généraux comptent dans ce total pour 54.756 fr. 11, en diminution de 4.529 fr. 12 provenant notamment d'une baisse de 2.332 fr. 45 sur les frais de bibliothèque, de 893 fr. 65 sur les frais de bureau, de 82 fr. 35 sur les dépenses d'éclairage, de 1.529 fr. 05 sur les remises sur vente, de 171 fr. 00 sur les émoluments du garçon de bureau. Signalons toutefois une augmentation de près de 500 fr. sur les loyers, assurances et contributions (la Société a payé en effet au Muséum, sur l'exercice 1935, un loyer pour gardiennage de ses réserves, afférent à l'exercice 1934).

Les frais de publications se sont élevés à 170.349 fr. 75 [2], en augmentation apparente de 72.726 fr. 25 et, si l'on défalque les factures dues au 31 décembre 1935, en augmentation de 4.735 fr. 45. Ce total se répartit ainsi :

C.R.S. : 21.516 fr. 95 [3].
Bulletin : 79.791 fr. 40 [4].
Réunions extraordinaires : 7.370 fr. 90.
Mémoires : 61.670 fr. 50 [5].

Les frais divers se sont élevés à 402 fr. 98 en diminution de 26 fr.

Le budget ordinaire de la Société en 1935 est donc en déficit apparent de 48.971 fr. 60; mais si l'on enlève les sommes intégrées, le déficit n'est que de 4.980 fr. 80.

1. Dont 21.000 fr. restant dus à la Société, le 31 décembre 1935.
2. Dont 67.990 fr. 80 de factures non payées au 31 décembre 1935.
3. Dont 4.237 fr. 90 de factures non payées au 31 décembre 1935.
4. Dont 30.793 fr. 65 de factures non payées au 31 déc. 1935 et 13.265 fr. redus sur l'exercice 1934.
5. Dont 32.959 fr. 25 de factures non payées au 31 déc. 1935.

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

B) COMPTE CAPITAL

Les recettes de l'exercice 1935 se sont élevées à 760 fr. 69 se répartissant en :

Remboursement d'une obligation. 460 fr. 69.
Cautionnements pour prêts. .... 300 fr.

D'autre part un cautionnement de 100 fr. a été remboursé. Il reste donc à réemployer 660 fr. 69, plus 4.554 fr. 13 provenant des exercices précédents, soit 5.214 fr. 82.

BUDGETS ANNEXES

Compte Centenaire. — Les ventes et revenus se sont élevés à 1.528 fr. + 7.215 fr. 30, soit 8.840 fr. 50.

Les dépenses à 7215 fr. 30, se décomposant en :

Remises sur vente du Livre Jubilaire et du Mémoire n° 6 réimprimé aux frais du Compte Centenaire ..... 84 fr.
Frais du Compte (Droits de garde, etc...)..... 131 fr. 30
Travail de rédaction de la table de la 4e série du Bulletin..... 7.000 fr.

Le compte se solde par un bénéfice de 1.625 fr. 20, auxquels il faut ajouter le solde créditeur au 31 décembre 1934 de 12.171 fr. 04. Soit un nouveau solde créditeur au 31 décembre 1935 de 13.796 fr. 24.

Compte Bibliographie. — Les rentrées, ventes, subventions se sont élevées à 30.140 fr. 95, en diminution de 1.620 fr. 00 par rapport à l'exercice 1934. Cette diminution s'explique par la non-perception, en 1935, de la contribution de la Bibliographie française qui s'était élevée en 1934 à 1.937 fr. ; elle n'est que partiellement compensée par une légère plus-value, sur les souscriptions, de 260 fr. et, sur les ventes, de 57 fr.

Les dépenses du Compte, secrétariat et impressions, cotisations, ont été de 28.798 fr. 95, en diminution sur l'exercice 1934 de 5.426 fr. 20, provenant surtout des frais d'impression.

Le Compte est donc en bénéfice, pour l'exercice 1935, de 1.342 fr. Son solde créditeur au 31 décembre 1935, compte tenu du report de l'exercice 1934 s'élevant à 6.670 fr. 64, est de 8.012 fr. 61.

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

RECETTES	1935	Prévisions 1936
1° Ordinaires.		
Revenus	12470 15	11500
Cotisations arriérées	7431 10	
Cotisations courantes et Droits d'entrée	48845 31	65000
Cotisations anticipées	10400	
	79146 56	
2° Vente des publications.		
Bulletin, Compte Rendu sommaire	25888 76	24000
Mémoires	28695 82	30000
Réunions extraordinaires	147 50	
Publications Cossmann	1208	5000
Doubles	4310	
Tables	240	
	60490 08	
3° Divers.		
Contrib. des auteurs aux frais d'impression	24400	1000
Remb[t] de ports et remise de l'imprimeur	1942 20	800
Contrib. de la Bibliogr. aux frais de bureau	301 40	300
Contrib. du Compte Prix	141 75	150
Remb[t] Médailles	75 25	
Subvention Caisse des Recherches	10000	10000
Annonces C. R. somm	40	
	36900 60	
Total des recettes	176537 24	147750
Compte spécial Bibliographie.		
Subvention de la Fédération	24000	
Ventes et abonnements	6140 95	
	30140 95	
Compte Centenaire		
Revenus	7312 50	
Vente Livre Jubilaire	480	
Vente du Mém. N° 6 (réimpr.)	1048	
	8840 50	

DÉPENSES	1935	Prévisions 1936
1° Frais généraux.		
Loyer, assurances et impôts	17810 71	17000 »
Traitement de la gérante	16000 »	16000 »
Appointements de l'employée	4838 75	5000
Garçon de bureau	2940 60	3000 »
Remise sur ventes	4454 70	5500 »
Eclairage	800 05	800 »
Bibliothèque (fiches, reliure, etc.)	1027 55	2000 »
Frais de bureau, étrennes, ab[t] téléphone	3196 15	3000 »
Ports divers	2987 60	3000 »
Mobilier	700 »	» »
	54756 11	55300 »
2° Frais des publications.		
Compte rendu sommaire 13-16 et table de 1934.	5908 30	14500 »
1 à 16 de 1935	15608 65	
Bulletin fasc. 9 de 1933	5751 70	
Bulletin fasc. 49 de 1934	45061 75	44000 »
Bulletin fasc. 1-3 de 1935	15712 95	
Réun. extr. Corse et Pyrénées	7370 90	
Mémoires T. X	32654 90	
» T. XI	27400 10	30000 »
Ports et emball	1615 50	3500 »
Sur relevé Imprimeur au 30 sept. 34	13265 »	
	170349 75	91000 »
3° Divers.		
Médailles dues par le compte Prix	75 25	
Frais du compte courant	327 73	400 »
	402 98	
Total des dépenses	225508 84	147700 »
Compte spécial Bibliographie.		
Cotis. Fédération 1934-35	400 »	
Secrétariat	13210 »	
Frais d'impression 1933	13937 60	
Frais de bureau et remise sur ventes	433 20	
Port	818 15	
	28798 95	
Compte Centenaire		
Remise sur ventes	84 »	
Frais du compte	131 30	
Table de la 4e série	7000 »	
	7215 30	

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

Résumé des comptes et situation de l'encaisse de 1935.

Recettes.			Dépenses.		
1° Ordinaires.			1° Ordinaires. Frais généraux...	54756 11	
Revenus nets..... 12470 15			2° Frais des publications.....	170349 75	
Cotisations..... 66676 41	79146 56		3° Divers.....	402 98	225508 84
2° Ventes des publications.....	60490 08				
3° Recettes diverses.....	36900 60	176537 24			
4° Compte capital.			4° Compte capital.		
Cautionn. prêts.....	300		Rembt cautionn. prêts.....	100 »	100
Rembts obligations.....	460 69	760 69	Réemploi 6 oblig. Chem. f. 5 %.		
Total des recettes....		177297 93	Total des dépenses....		225608 84
Solde débiteur au 31 déc.....		52711 10	Solde débiteur au 1er janv...		4400 19
		230009 03			230009 03
5° Compte spécial Bibliographie.		30140 95	5° Compte spécial Bibliographie.		28798 95
Solde créditeur au 1er janv...		6670 64	Solde créditeur au 31 déc....		8012 64
		36811 59			36811 59
6° Compte Centenaire.....		8840 50	6° Compte Centenaire.....		7215 30
Solde créditeur au 1er janv...		12171 04	Solde créditeur au 31 déc....		13796 24
		21011 54			21011 54

Fonds spéciaux (*Attributions en 1935*).

Prix Fontannes (un bénéficiaire)..... 1297

Fonds Fontannes } (deux bénéficiaires).... } 1632
Fonds de Riaz } } 2448

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

Compte Prix. — En 1935, la Société a décerné le Prix Fontannes à M. Lacoste (1.275 fr. 25). Elle a distribué sur les fonds Fontannes et de Riaz une subvention de 2.000 fr. à M. Delépine et une autre de la même somme à M. Mazenot.

La Commission de Comptabilité croit devoir faire remarquer que si les budgets annexes (Centenaire et Bibliographie) présentent un équilibre satisfaisant, il n'en est pas de même du budget ordinaire qui, si l'on considère les chiffres comparables à ceux de l'exercice précédent, présente encore un déficit de l'ordre de 5.000 fr. Nous rappellerons que des sommes encore importantes, de l'ordre de 33.000 fr., provenant des engagements de la Société au cours de l'exercice 1935, viendront peser sur l'exercice 1936.

L'examen de la Comptabilité nous a permis de reconnaître qu'elle était régulière et toutes explications demandées nous ont été fournies.

La Commission vous propose donc d'approuver les comptes qui vous sont fournis et qui sont conformes aux livres.

Elle vous demande d'exprimer votre gratitude à notre Trésorier pour son infatigable dévouement, et d'adresser tous nos remerciements à notre gérante, Mme Mémin.

Pour la Commission de Comptabilité,
Le Rapporteur : Henri Vincienne.

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

TABLE

DES NOTES ET DES MÉMOIRES CONTENUS

DANS LE VOLUME V DU BULLETIN (1935)

Pages

A. Demay. — Sur les relations des schistes sériciteux des Cévennes méridionales et du Rouergue et du massif granito-gneissique du Segala et du Levézou (*2 fig.*) 3

Camille Rouyer. — Accidents tectoniques aux environs de Saint-Florentin (Yonne) (*1 fig.*)..... 19

G. Gardet. — A propos des moraines d'Olichamps (Vosges)..... 27

Ch. Thirion. — Les Vosges Minières. La géologie et les mines des environs de Giromagny (Territoire de Belfort) (*3 fig., 1 tab.*)..... 33

G. Delépine. — Contribution à l'étude de la faune du Dinantien des Pyrénées (*Pl. I, 1 fig.*)..... 65

A. Carpentier, G. Delépine, H. Martel. — Recherches paléontologiques sur quelques gisements carbonifères de la Sarthe (*Pl. II et III*)..... 77

Y. Boisse de Black. — Un cas curieux et complexe d'évolution d'un réseau hydrographique en rapport avec les glaciations du Cantal (*7 fig.*). 85

L. et J. Morellet. — Relations stratigraphiques et paléontologiques entre les formations lacustres et les formations marines du Bartonien du bassin de Paris (*1 fig.*)..... 99

P. Russo. — Présence des dépôts à faciès riffain dans les gorges du Kiss (Maroc NE) (*2 fig.*)..... 111

Édouard Salin. — Monographie des calcaires du Barrois (*Pl. IV, V et VI, 8 fig., 13 tab.*)..... 117

J. Repelin. — Sur un sondage dans les Terrains oligocènes du Bassin de Marseille..... 167

G. Delépine. — Contribution à l'étude de la Faune du Dinantien des Pyrénées (*Pl. VII et VIII, 6 fig.*)..... 171

M. D. Zalessky et *H. Th. Tchirkova.* — Observations sur la distribution de la flore fossile dans le terrain carbonifère inférieur du bassin du Donetz. Division du Carbonifère inférieur d'après cette flore (*3 tab.*)..... 193

M. D. Zalessky et *H. Th. Tchirkova.* — Sur une division du terrain houiller supérieur du bassin du Donetz d'après sa flore fossile (*1 tab.*)..... 215

N. Menchikoff et *Te-You Hsu.* — Les Polypiers carbonifères du Sahara occidental (*Pl. IX et X*)..... 229

Louis Dangeard. — Les pisolithes à Girvanelles dans le Jurassique de Normandie (*Pl. XI, XII et XIII, 1 fig.*)..... 263

Maurice Dreyfuss. — Description d'un échantillon de *Belemnosepia sagittata* Munster (Céphalopodes dibranches) provenant de Créveney (Haute-Saône) (*1 fig.*) 277

Jacques de Lapparent. — Rythmes du métamorphisme dans les Highlands (*Pl. XIV*)..... 281

H. Douvillé. — Les Rudistes et leur évolution (*Pl. XV, 26 fig.*)..... 319

J. Lambert. — Notes sur quelques Échinides fossiles (*Pl. XVI, 2 fig.*). 359

Dom A. Valette. — Sur un nouvel Antedon cénomanien du Sud de la Tunisie (*1 fig.*)..... 374

J. Dresch. — Observations nouvelles sur le grand Atlas de Marrakech (*Pl. XVII, 10 fig.*)..... 377

Paul Jodot. — Curieuses cristallisations de calcite dans un calcaire situé entre le massif du Chenaillet et la cime du Gondran (Briançonnais) ; leurs relations avec les charriages (*Pl. XVIII*)..... 399

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

Pages

G. Arambourg. — Note préliminaire sur les Vertébrés fossiles des phosphates du Maroc (*Pl. XIX et XX, 2 fig., 1 tab.*)..... 413

V. Stchepinsky. — Le Crétacé de Téboursouk (Tunisie) (*Pl. XXI, 2 fig.*)... 441

V. Babet. — Sur les Grès continentaux horizontaux de la Haute-Sangha (Afrique équatoriale française) (*1 coupe*)..... 455

F. Biraud. — Sur quelques gisements de Mammifères pontiens d'Irak (*1 fig.*)..... 465

Jean Piveteau. — Mammifères du Pontien de l'Irak..... 469

H. Priesner et *F. Quiévreux.* — Thysanoptères des couches de potasse du Haut-Rhin (*Pl. XXII et XXIII*)..... 471

Marguerite Richard. — Remarques sur le genre *Pseudaelurus* Gervais (*4 fig.*)..... 479

Joseph Péneau. — Contribution à la Faune du Dévonien inférieur du Massif Armoricain (2e article) (*Pl. XXIV*)..... 483

A. Carpentier et *J. Péneau.* — Étude du Carbonifère inférieur entre Rochefort et Chalonnes (Maine-et-Loire) (*3 fig.*)..... 489

L. et *J. Morellet.* — Étude sur le niveau d'Hérouval (Oise)..... 499

H. Th. Tchirkova. — Sur le développement des sédiments du Permien inférieur dans le Kasakstan du Nord-Est..... 509

Théodore Monod. — Remarques sur la structure du Sahara sud-occidental (1 fig.)..... 513

Maurice Dreyfuss. — Le plateau de l'Ain et sa bordure dans la moitié nord de la feuille de Saint-Claude au 1/80.000e (5 fig.)..... 519

Colette Dechaseaux. — *Lepidotus Hourcqui* : nouvelle espèce du Lias de Madagascar (2 fig.)..... 527

A. del Valle de Lersundi. — Le Bassin potassique de Navarre et les résultats du sondage récent de Javier (*3 fig.*)..... 533

A. L. Brichant. — Contribution à la connaissance de la stratigraphie et de la Tectonique des terrains antéhercyniens du Maroc oriental (*3 fig., 1 tab.*). 541

Georges Denizot. — Observations sur le Quaternaire moyen de la Méditerranée occidentale et sur la signification du terme Monastirien (*1 fig.*)..... 559

J. Pfender. — Observations sur les Algues calcaires récoltées dans le Quaternaire d'Antibes par M. G. Denizot..... 572

N. Réformatsky. — Quelques observations sur les latérites et les roches ferruginisées de l'Ouest de la colonie du Niger français *8 fig., 1 tab.*).... 575

A. Bigot. — Les Brachiopodes du Bathonien des Monts d'Eraines (Calvados) (*Pl. XXV et XXVI, 4 fig., 3 tab.*)..... 591

Léon Moret. — *Rhinochelys Amaberti.* Nouvelle espèce de Tortue marine du Vraconien de la Fauge, près du Villard-de-Lans (Isère) [*Pl. XXVII et (XXVIII, 4 fig.*)..... 605

P. H. Derville. — Observations et réflexions sur le genre *Nubecularia* (*Pl. XXIX*)..... 621

G. Choubert. — Sur quelques filons à faciès lamprophyriques du versant lorrain des Vosges et sur leurs enclaves (*Pl. XXX, 1 fig.*)..... 629

H. Schœller. — Utilité de la notion des échanges de bases pour la comparaison des Eaux souterraines vadoses (*Pl. XXXI, 1 fig., 1 tab.*)..... 651

Maurice M. Blumenthal. — Allure de la Tectonique locale et définition du « double pli » Gaditan (Andalousie) (*Pl. XXXII, 1 fig., 1 esquisse*)..... 659

Georges Zalessky. — Sur deux restes d'Insectes provenant du bassin de Kousnetzk et sur l'âge géologique des dépôts qui les renferment (*6 fig.*).. 687

H. Vincienne. — Rapport de la Commission de Comptabilité..... 697

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 V, année 1935

Les renvois aux pages du Bulletin *sont en chiffres* gras, *les chiffres ordinaires* maigres *se rapportent aux pages du Compte rendu sommaire.*

A

Aalénien. G. Corroy, 153.

Abdalian (S.). Prés. d'ouvr., 196.

Abrard (R.). Obs. sur la craie magnésienne de Coiseaux (Oise), 36. — Note sur la faille de Roquefort, 103.

Abrard (R.) et H. Agalède. Sur l'existence d'un centre basaltique au Mas de Gaujoux (Aveyron), 45.

Acadien. E. Aubert de La Rüe, 13.

Afrique. Voir : A. E. F., A. O. F., Algérie, Congo, Gabon, Madagascar, Maroc, Sahara, Soudan, Tunisie.

Afrique équatoriale française. R. Furon, 23. — L. Joleaud et J. Lombard, 96. — C. Arambourg et D. Schneegans, 170. — V. Babet, **455**.

Afrique occidentale française. J. Malavoy, 46, 142, 236. — R. Furon, 155. — N. Réformatsky, **575**.

Agafonoff (V.), G. Jouravsky et V. Malycheff. Prés. d'ouvr., 196.

Agalède (R. Abrard et H. —). Sur l'existence d'un centre basaltique au Mas de Gaujoux (Aveyron), 45.

Agly (Massif de l'). M. Casteras et E. Raguin, 56. — E. Raguin, 58.

Albien. M. Breistroffer, 28.

Alectryonia gregarea Sow. C. Dechaseaux, 184.

Alès. C. Arambourg, 17.

Algérie. J. Savornin, 157. — P. Deleau, 159, 167, 202, 223. — G. Bétier et L. Glangeaud, 163. — G. Bétier, 252.

Algues. J. Pfender, **572**. — H. Derville, **621**.

Alimen (H.). Le Stampien du Bassin de Paris, 224.

Alpes. Ch. Pussenot, 87, 144, 182. — L. Bertrand, 229. — D. Schneegans, 245.

Alpes-Maritimes. S. Deb, 116.

Alsace. N. Théobald, 209. — A. Michel-Lévy, 232. — H. Priesner et F. Quiévreux, **471**.

Amérique. E. Aubert de La Rüe, 13.

Ammonites. G. Mazenot, 253.

Andrusov (Dimitri). Subdivision et parallélisme des nappes subtatriques des Carpathes occidentales, 141.

Angleterre. Emm. de Margerie, 215. — J. de Lapparent, **281**.

Annam. E. Saurin, 15.

Antécambrien. J. Bondon, 116.

Arambourg (C.). Un gisement de Poissons toarciens aux environs d'Alès (Gard), 17. — Prés. d'ouvr., 124. — Note prélim. sur les Vértébrés fossiles des phosphates du Maroc, 152, **413** (pl. XIX et XX, 2 fig., 1 tab.).

Arambourg (C.). M. Boule, H. Vallois et R. Verneau. Prés. d'ouvr., 54.

Arambourg (C.) et D. Schneegans. Les Poissons fossiles du bassin sédimentaire du Gabon, 170.

Ardèche. J. Michoux et R. Colomb, 181.

Arlaud (Mlle H.). Prés. d'ouvr., 196.

Asie. E. Saurin, 15. — M. Avnimelech, 207. — F. Biraud, J. Piveteau, **465**.

Atlas. P. Russo, 69.

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

Aubert de La Rüe (E.). Sur la présence de l'Acadien à Langlade (Iles Saint-Pierre et Miquelon), 13. — Sur la nature et l'âge probable de l'île Walpole (Océan Pacifique austral), 48. — Prés. d'ouvr., 54.
Aude. L. Barrabé, 165.
Aufrère (L.). Les formations lacustres dans la Brenne au Sud de Mézières (Indre), 267.
Aveyron. R. Abrard et H. Agalède, 45. — R. Abrard, 103.
Avnimelech (M.). Découverte de formations volcaniques à l'Ouest de Jérusalem, 207.
Aymé (L. Glangeaud et A. —). Prés. d'ouvr., 161.

B

Babet (V.). Prés. d'ouvr., 162. — Sur les Grès continentaux horizontaux de la Haute-Sangha (A. E. F.), 186, **455** (1 coupe).
Bailey (E. B.). Prés. d'ouvr., 194.
Barbour (G. B.). Prés. d'ouvr., 56.
Barbour (P. Teilhard de Chardin, G. B. —) et M. N. Bien. Prés. d'ouvr., 149.
Bardou (Paul). Nécrologie, 129.
Barrabé (L.). Prés. d'ouvr., 161. — Sur la prolongation vers le NE des accidents pyrénéens reconnus au Sud du cours inférieur de l'Aude, 165.
Barrabé (L.) et D. Schneegans. Prés. d'ouvr., 244.
Barrois. E. Salin, **117**.
Bartonien. L. et J. Morellet, 90, **99**.
Basses-Alpes. A. F. de Lapparent, 67.
Bassin de Paris. A. Meunier, 237. — A. Vatan, 265. — L. Aufrère, 267. — C. Rouyer, **19**. — L. et J. Morellet, **99**.
Bataller (Abbé J. R.). Prés. d'ouvr., 7.
Bathonien. H. Parent, 62, 90, 100, 119. — A. Bigot, **591**.
Beaugé (A.). Nécrologie, 123.
Beigbeder (David). Nécrologie, 225.
Berkaloff (E.). Prés. d'ouvr., 196.
Berry. A. Vatan, 64.
Bertrand (Léon). Prés. d'ouvr., 135. — Obs. à une comm. de M. O. Mengel, 199. — Obs. à une comm. de M. A. F. de Lapparent, 201. — L'âge oligocène des grès d'Annot, 229. — Obs. à une comm. de M. D. Schneegans, 246.
Bethoux (F. Blanchet et L. —). Prés. d'ouvr., 78.
Bétier (G.). Contribution à l'étude des terrains carbonifères du Djurjura (département d'Alger), 252.
Bétier (G.) et L. Glangeaud. Sur la stratigraphie et la tectonique du massif des Zaccars (F. de Miliana), 163.
Bétier, Savornin et Dalloni. Prés. d'ouvr., 25.
Biancone. J. de Lapparent, 43.
Bien (M. N.). Prés. d'ouvr., 56.
Bien (P. Teilhard de Chardin, J. B. Barbour et M. N. —). Prés. d'ouvr., 149.
Bigot (A.). Pléistocène des îles anglo-normandes, 95. — Prés. d'ouvr., 123, 214. — Les Brachiopodes du Bathonien des Monts d'Eraines (Calvados), 249, **591** (pl. XXV et XXVI, 4 fig., 3 tab.).
Biraud (F.). Sur quelques gisements de mammifères pontiens d'Irak, 46, **465** (1 fig.).
Birot (P.). Remarques sur la structure de la « zone des sierras » à l'Ouest d'Artesa de Sègre, 18. — Nouvelles remarques sur la structure de la Zone des Sierras des Pyrénées Catalanes, 72. — Sur l'âge des phases de plissement dans la région méridionale de la série de Pedraforca (Pyrénées Catalanes), 228.
Blaise (F.). Prés. d'ouvr., 28.
Blanc (A. C.). Prés. d'ouvr., 110.
Blanchet (F.). Prés. d'ouvr., 78.
Blanchet (F.) et L. Bethoux. Prés. d'ouvr., 78.
Blondel (F.). Prés. d'ouvr., 242.
Blumenthal (M.). Allure de la tectonique locale et définition du « double pli » gaditan (Andalousie), 268, **659** (pl. XXXII, 2 fig.).
Boca (Léon). Nécrologie, 193.
Boisse de Black (Y.). Un cas curieux et complexe d'évolution d'un réseau hydrographique en rapport avec les glaciations du Cantal, 48, **85** (7 fig.).
Bondon (J.). Sur les terrains antécambriens des plateaux du Draa (Sud marocain), 116.
Boule (C. Arambourg, M. —, H. Vallois et R. Verneau). Prés. d'ouvr., 54.
Bourcart (J.). Interprétations des disharmonies structurales dans la partie occidentale du Rif, 31. — Géologie de la Grande Canarie, 124. — Une coupe typique de l'Atlas marocain, 186.

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

Bourdier (M.). Prés d'ouvr., 42.
Breistroffer (M.). Sur la présence d'une Faune à Aucellines dans l'Albien de la Chartreuse, 28.
Bretagne. G. Denizot, 205.
Breuil (H.). Prés. d'ouvr., 162.
Briançonnais. P. Jodot, **399**.
Brichant (A.). Contribution à la connaissance de la stratigraphie et de la tectonique des terrains antéhercyniens du Maroc oriental, 207, **541** (3 fig.).
Bruet (E.). Le bouclier canadien et ses gisements aurifères (note préliminaire), 210.
Brun (P. de) et P. Marcelin. Prés. d'ouvr., 214.
Buck (P. Damian). Prés. d'ouvr., 55.
Burkhardt (Carlos). Nécrologie, 193.
Butel (P.). Note préliminaire sur les zones paléontologiques du littoral jurassique de la Vendée, 230.

C

Cailleux (A.). Distinction possible du haut et du bas d'une couche d'après la disposition des galets qu'elle contient, 172.
Calcaire. J. Goguel, 152.
Callovien. A. Lanquine, 168.
Cambrien. L. Neltner, 83. — J. H. Hoffet, 121.
Canada. E. Bruet, 210.
Canarie. J. Bourcart, 124.
Cantal. Y. Boisse de Black, **85**.
Carbonifère. N. Menchikoff, 50. — A. Carpentier, G. Delépine et H. Martel, **77**. — M. D. Zalessky et H. Th. Tchirkova, **193**. — N. Menchikoff et Te-You Hsu, **229**. — A. Carpentier et J. Péneau, **489**.
Carle (G.). Prés. d'ouvr., 42.
Carpathes. D. Andrusov, 141.
Carpentier (A.), G. Delépine et H. Martel. Recherches paléontologiques sur quelques gisements carbonifères de la Sarthe, 43, **77** (pl. II et III).
Carpentier (A.) et J. Péneau. Étude du Carbonifère inférieur entre Rochefort et Chalonnes (M.-et-L.), 228, **489** (3 fig.).
Casteras (M.). et E. Raguin. Sur l'âge du granite du Massif de l'Agly, 56.
Cayeux (L.). Allocution, 5. — Prés. d'ouvr., 150. — Nouvelles données sur l'âge relatif des silex, 173.
Cénomanien. Dom A. Valette, **374**.
Céphalopodes. M. Dreyfuss, **277**.
Cévennes. J. Michoux, 138. — A. Demay, **3**.
Chaney (Ralph W.) et Lyman H. Daugherty. Prés. d'ouvr., 56.
Chartreuse. M. Breistroffer, 28.
Chauveau (J.). Prés. d'ouvr., 42.
Chevalier (L. Joleaud, A. — et G. Petit). Prés. d'ouvr., 162.
Chili. V. Pérébaskine et D. Schneegans, 104.
Chine. P. Teilhard de Chardin, 150.
Choubert (B.). Prés. d'ouvr., 195, 196.
Choubert (G.). Sur quelques filons à faciès lamprophyrique du versant lorrain des Vosges et sur leurs enclaves, 267, **629** (pl. XXX, 1 fig.).
Clauzade (G.). Prés. d'ouvr., 196.
Cobbold (E. S.). Prés. d'ouvr., 123.
Collignon (M.). Prés. d'ouvr., 124.
Colomb (J. Michoux et R. —). Sur quelques points de la tectonique tertiaire des environs des Vans (Ardèche), 181.
Comet (A.). Prés. d'ouvr., 28.
Comptabilité. H. Vincienne, 697.
Congo. L. Joleaud et J. Lombard, 96.
Contaut (C^{el} Gérard et H. —). Les Ammonites de la zone à *Peltoceras athleta* du Centre-Ouest de la France, 212.
Contejean (P.). Prés. d'ouvr., 7.
Corroy (G.). Présence de l'Aalénien dans les chaînons nord-est du cadre montagneux de Marseille, 153. — Prés. d'ouvr., 196. — Obs. préliminaires sur la feuille Aubagne au 1/50.000^e, 250.
Corroy (G.) et G. Denizot. Prés. d'ouvr., 196.
Corsin (P.). Prés. d'ouvr., 8.
Craie. R. Abrard, 36.
Cramer (H.). Prés. d'ouvr., 55.
Crétacé. P. Marie, 20, 105. — R. Furon, 23. — G. Lecointre, 221. — V. Stchepinsky, **441**.
Créveney (*Haute-Saône*). M. Dreyfuss, **277**.
Cuvillier (J.). Découverte de *Nummulites Laevigatus* Lmk. sur la plage d'Audresselles (Pas-de-Calais), 18. — Prés. d'ouvr., 161.
Cyrénaïque. L. Moret, 155.

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

D

Daguin (F.). Obs. sur le pointement de roches paléozoïques du Cap de Montpeyroux (Landes), 179.

Dainelli (G.). Prés. d'ouvr., 53.

Dalloni (Bétier, Savornin et —). Prés. d'ouvr., 25.

Dal Piaz (G. B.). Prés. d'ouvr., 135.

Dangeard (Louis). Les pisolithes à Girvanelles dans le Jurassique de Normandie, 116, **263** (pl. XI, XII et XIII, 1 fig.). — Prés. d'ouvr., 124.

Darder Pericas (B.). Prés. d'ouvr., 9.

Daugherty (Ralph W. Chaney et Lyman H. —). Prés. d'ouvr., 56.

Dautzenberg (Ph.). Nécrologie, 129.

Deb (S.). Étude des sables rouges (Éocène) des Alpes-Maritimes, 116. — Prés. d'ouvr., 227.

Decary (R.). Sur le soulèvement récent du littoral de l'Anosy (Sud de Madagascar), 255.

Dechaseaux (C.). Au sujet d'*Alectryonia gregarea* Sow., 184. — *Lepidotus Hourcqui*, nouvelle espèce du Lias de Madagascar, 268, **527** (2 fig.).

Deleau (P.). Présence du Valanginien fossilifère au Djebel Safia (Constantine), 159. — Rôle paléogéographique de la chaîne Numidique et de la chaîne Kef Hahouner-Debar pendant l'Éocène inférieur, 167. — La Chaîne Numidique et ses relations avec la Chaîne calcaire Kef Hahouner-Debar (Département de Constantine), 202. — Note sur le Djebel Rhedir (Chaîne Numidique-Constantine), 223.

Delépine (G.). Contribution à l'étude de la faune du Dinantien. 1re partie : Goniatites et Crustacés des nodules phosphatés de l'Ariège, 43, **65** (pl. I, 1 fig.). — Contribution à l'étude de la faune du Dinantien des Pyrénées. 2e partie : la faune de Mondette, 95, **171** (pl. VII et VIII, 6 fig.) — Prés. d'ouvr., 241.

Delépine (A. Carpentier, G. — et H. Martel). Recherches paléontologiques sur quelques gisements carbonifères de la Sarthe, 43, **77** (pl. II et III).

Demay (A.). Sur les faciès de contact du granite de Guéret et du granite de Gelles et des tufs dinantiens du Puy-de-Dôme et de la Creuse, 215. — Remarques au sujet de quelques obs. récentes sur les terrains antéstéphaniens du Massif Central, 233. — Prés. d'ouvr., 243. — Obs. à une comm. de MM. J. Jung et E. Raguin, 249. — Aperçu sur la tectonique profonde des chaînes de montagnes, 249. — Sur les relations des schistes sériciteux des Cévennes méridionales et du Rouergue et du Massif granito-gneissique du Ségala et du Levézou, **3** (2 fig.).

Denaeyer (M.-E.). A propos : 1° de l'âge des grès à *Harlania* du Tibesti et de l'Ennedi ; 2° du laminage des roches cristallines de l'Ouadaï, 44.

Denizot (G.). Prés. d'ouvr., 6, 196. — Sur les formations superficielles du sillon de Bretagne et les sables des environs de Nantes, 205. — Obs. sur le Quaternaire moyen de la Méditerranée occidentale et sur la signification du terme de Monastirien, 228, **559** (1 fig.). — Sur la position tectonique de lambeaux, ci-devant attribués à des fenêtres, entre Pichauris et la Bastidonne, près Marseille (1 fig.), 259.

Denizot (G. Corroy et G. —). Prés. d'ouvr., 196.

Derville (H.). Prés. d'ouvr., 54. — Obs. et réflexions sur le genre *Nubecularia*, 266, **621** (pl. XXIX).

Dévonien. N. Menchikoff, 37, 74. — J. Péneau, **483**.

Digne. A. F. de Lapparent, 33.

Dinantien. G. Delépine, **65**, **171**.

Donetz (*Bassin du*). M. D. Zalessky et H. Th. Tchirkova, **193**, **215**.

Douvillé (H.). Les Rudistes et leur évolution, 137, **319** (pl. XV, 26 fig.).

Dresch (J.). Obs. nouvelles sur le Grand Atlas de Marrakech, 118, **377** (pl. XVII, 10 fig., 1 carte). — Prés. d'ouvr., 196.

Dreyfuss (M.). Prés. d'ouvr., 7, 111. — Description d'un échantillon de *Belemnosepia sagittata* Munster (Céphalopodes dibranches) provenant de Creveney (Haute-Saône), 118, **277**, (1 fig.). — Obs. sur quelques points de la tectonique du Jura dans la partie septentrionale de la feuille de Saint-Claude, 234. — Le plateau de l'Ain et sa bordure dans la moitié nord de la feuille de Saint-Claude au 1/80.000e, 257, **519** (5 fig.).

Dreyfuss (R.). Prés. d'ouvr., 7.

Dubar (G.). et D. Le Maître. Prés. d'ouvr., 241.

Dubertret (L.). Prés. d'ouvr., 136.

Dubois (Mme C.). Prés. d'ouvr., 7, 8.

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

DUBOIS (G.). Prés. d'ouvr., 7.
DUMON. Prés. d'ouvr., 226.
DURAND (J.). Remarques sur quelques formations de calcaires anciens dans les Pyrénées, 222.
DUSSAULT (Comm[t] Léon). Nécrologie, 161.

E

Échinides. J. LAMBERT, **359**.
Éléphant. L. JOLEAUD et J. LOMBARD, 96.
EMELIANOFF (G.). Prés. d'ouvr., 226.
Éocène. S. DEB, 116.
Espagne. P. BIROT, 18, 72. — P. LAMARE, 80, 171. — A. DEL VALLE DE LERSUNDI, **533**. — M. BLUMENTHAL, **659**.
Ethiopie. P. LAMARE, 217.
EUCHÈNE (Albert). Nécrologie, 129.

F

FALLOT (P.). Rapport sur l'attribution du Prix Fontannes à M. Jean LACOSTE, 131.
Fauge. L. MORET, **605**.
FAYOL (Mme). Prés. d'ouvr., 78.
FERUGLIO (Egidio). Prés. d'ouvr., 28.
FINATON. Obs. à une comm. de M. G. GARDET, 116. — Prés. d'ouvr., 162, 214.
Foraminifères. V. PÉRÉBASKINE et D. SCHNEEGANS, 104.
Foudre. E. RAMIÈRE DE FORTANIER, 98.
FROMAGET (J.). Nouvelles obs. sur l'âge des porphyrites en Indochine, 204. — Prés. d'ouvr., 244.
FURON (R.). Le Crétacé supérieur de l'Ouest africain (Gabon et Soudan), 23. — Prés. d'ouvr., 93, 110, 195. — A propos de la Géologie de la Mauritanie, 155.
FURON (R.), C. KILIAN et N. MENCHIKOFF. Prés. d'ouvr., 93, 94.
FURON (R.) et N. MENCHIKOFF. Sur l'Éocène et le Crétacé du Tanezrouft (Sahara), 102.

G

Gabon. R. FURON, 23. — C. ARAMBOURG et D. SCHNEEGANS, 170.
Gaize. P. URBAIN, 10.
GARDET (G.). A propos des moraines d'Olichamps (Vosges), 15, **27**. — A propos d'une note récente de M. Finaton (obs. de M. FINATON), 115.
GARDET (N. THÉOBALD et G. —). Prés. d'ouvr., 227.
GATTEFOSSÉ (J.). Prés. d'ouvr., 42.
GAURIER (L.). Prés. d'ouvr., 78.
GENCE (M.). Prés. d'ouvr., 196.
GÉRARD (C[el]) et H. CONTAUT. Les Ammonites de la zone à *Peltoceras athleta* du Centre-Ouest de la France, 212.
GESSEN (D[r]). Nécrologie, 241.
GIGNOUX (M.), L. MORET et D. SCHNEEGANS. Prés. d'ouvr., 26.
GILLET (S.) et D. SCHNEEGANS. Prés. d'ouvr., 226.
GIRARD (Claude). Nécrologie, 129.
Girvanelles. L. DANGEARD, **263**.
GLANGEAUD (L.) et A. AYMÉ. Prés. d'ouvr., 161.
GLANGEAUD (G. BÉTIER et L. —). Sur la stratigraphie et la tectonique du massif des Zaccars (F. de Miliana), 163.
GOGUEL (J.). Prés. d'ouvr., 150, 227. — Sur une recristallisation particulière d'un calcaire urgonien, 152.
GOSSELIN (M.). Prés. d'ouvr., 196.
Granite. M. CASTERAS et E. RAGUIN, 56. — L. NELTNER, 70. — A. DEMAY, 215. — J. JUNG, 246.
GROUPE DES GÉOLOGUES PÉTROLIERS DE STRASBOURG. Prés. d'ouvr., 27.

H

Hérouval. L. et J. MORELLET, **499**.
HOFFET (J. H.). La présence du Cambrien fossilifère aux environs mêmes de Yunnanfou (Yunnan), 121.
HORUSITZKY (H.). Prés. d'ouvr., 109.
HSU (N. MENCHIKOFF et TE YOU —). Les Polypiers carbonifères du Sahara occidental, 111, **229** (pl. IX et X).
HUMERY (R.). Prés. d'ouvr., 244.
Hydrologie. H. SCHŒLLER, **651**.

I

Ile Walpole. E. AUBERT DE LA RÜE, 48.
ILOVAISKY. Nécrologie, 129.
Indochine. J. FROMAGET, 204.
Insectes. G. ZALESSKY, **689**.
Irak. F. BIRAUD, J. PIVETEAU, **465**.
Italie. L. MORET, 175.

J

JACOB (Ch.). A propos du versant méridional des Pyrénées centrales, 78.
JEANNET (A.). Prés. d'ouvr., 54, 94.

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

Jodot (P.). Obs. à une comm. de M. J. de Lapparent, 43. — *Microcodium elegans* Glück du Miocène de Bade ne semble pas être une algue, 51. — Un affleurement de calcaire lacustre lutétien à Darvault (Seine-et-Marne), 66. — Curieuses cristallisations de calcite dans un calcaire situé entre le Massif du Chenaillet et la Cime du Gondran (Briançonnais) ; leurs relations avec les charriages, 146, **399** (pl. XVIII).

Joleaud (L.), A. Chevalier et G. Petit. Prés. d'ouvr., 162.

Joleaud (L.) et J. Lombard. Dents fossiles d'Éléphant d'Afrique provenant du Moyen-Congo et de l'Oubangui-Chari, 96.

Joly (R. de). Prés. d'ouvr., 42.

Jouravsky (V. Agafonoff, G. — et V. Malycheff). Prés. d'ouvr., 196.

Jung (J.). Prés. d'ouvr., 27, 227. — Démonstration de l'âge post-viséen des intrusions granitiques dans le bassin de Ferrières-sur-Sichon (Allier), 230. 246. — Obs. au sujet d'une note récente sur la tectonique des Vosges hercyniennes méridionales, 252.

Jung (J.) et E. Raguin. Discordance du Viséen sur le socle cristallophyllien, entre Balbigny, Néronde et Violay (Loire), 230 (obs. de M. A. Demay), 247.

Jung (J.) et M. Roques. Prés. d'ouvr., 227.

Jura. M. Piroutet, 92. — M. Dreyfuss, 234, **519**. — H. Vincienne, 263.

Jurassique. P. Butel, 230. — L. Dangeard, **263**.

K

Kilian (C.). A propos de l'Adrar-n-Ajjer, 111. — De la coupe d'Amserha et des mouvements calédoniens au Sahara, 219.

Kilian (R. Furon, C. — et N. Menchikoff). Prés. d'ouvr., 93, 94.

Kober (L.). Prés. d'ouvr., 136.

L

Lacoste (J.). Décollements et dysharmonies ; leur importance relative dans le Rif (Zone française), 11. — L'âge de la série du Flysch rifain en zone française, 73. — Sur certains caractères tectoniques du Maroc et leur interprétation, 82. — Remerciements pour l'attrib. du Prix Fontannes, 134.

Lacoste (J.) et J. P. Rothé. Prés. d'ouvr., 137.

Laferrère (H.). Prés. d'ouvr., 196.

Lamare (P.). Sur l'attribution au Néocomien des couches comprises entre le Lusitanien et l'Aptien du massif de l'Yzturre, près de Tolosa, 80. — A propos des ophites triasiques et des roches éruptives crétacées des provinces basques d'Espagne, 171. — Sur l'âge des coulées du fossé de l'Aouache (Éthiopie), 217.

Lambert (J.). Note sur quelques Échinides fossiles, 143, **359** (pl. XVI, 2 fig.).

Landes. F. Daguin, 179.

Landesque (P.). Prés. d'ouvr., 42.

Lanquine (A.). Prés. d'ouvr., 77. 196. — Sur quelques gisements d'Ammonites du Callovien dans la Région varoise septentrionale, 168.

Lapparent (Albert F.). Les terrains tertiaires des environs de Comps (Haute-Provence), 21. — Obs. sur les poudingues du bassin tertiaire de Digne, 33. — Prés. d'ouvr., 53, 195. — Stratigraphie des terrains tertiaires de Châteauredon, de Beynes et de Majastres (Basses-Alpes), 67. — Sur l'âge tortonien des terrains lacustres situés au Nord de Saint-Maximin (Var), 88. — Le dôme permien de Terrubi, au NE de Brignoles (Var), [obs. de M. L. Bertrand], 199.

Lapparent (J. de). Prés. d'ouvr., 42. — Sur la composition lithologique du Biancone (obs. de M. P. Jodot), 43. — Rythmes du Métamorphisme dans les Highlands. 137, **281** (pl. XIV).

Lataste (Vital-Fernand). Nécrologie, 129.

Latérites. N. Réformatsky, **571**.

Laverdière (J. W.) et Rudolf Ruedemann. Prés. d'ouvr., 244.

Lecointre (G.). Prés. d'ouvr., 41. — Sur l'âge des sables de Marray (Indre-et-Loire), 221.

Lehner (E.). Prés. d'ouvr., 226.

Le Maître (G. Dubar et D. —). Prés. d'ouvr., 241.

Lepape (A.), L. Moret et G. Schneider. Prés. d'ouvr., 26.

Lias. C. Dechaseaux, **527**.

Libbey (William). Nécrologie, 130.

Limouze et A. de Stépanoff. Prés. d'ouvr., 196.

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

Lochkareff (A.). Prés. d'ouvr., 27.
Loiseau (J.). Prés. d'ouvr., 226.
Lombard (L. Joleaud et J. —). Dents fossiles d'Éléphant d'Afrique provenant du Moyen-Congo et de l'Oubangui-Chari, 96.
Lorraine. A. Robaux, 257.
Lutaud (L.). Sur la genèse des chevauchements et écailles de la Provence calcaire, 261.
Lutétien. P. Jodot, 66.

M

Madagascar. R. Decary, 255. — C. Dechaseaux, **527**.
Maire (V.). Cardiocératidés de Franche-Comté et de Bourgogne, 239.
Malavoy (J.). Quelques points de la Géologie de l'Adrar mauritanien, 46. — Note sur la Géologie de la Mauritanie, 142. — Découverte d'un nautile dans la région de Fresco (Côte d'Ivoire), 236.
Malycheff (V. Agafonoff, G. Jouravsky et V. —). Prés. d'ouvr., 196.
Mammifères. F. Biraud, J. Piveteau, **465**. — M. Richard, **479**.
Marcelin (P. de Brun et P. —). Prés. d'ouvr., 214.
Marchetti (Marco). Prés. d'ouvr., 111.
Margerie (Emm. de). Prés. d'ouvr., 27, 123. — Sur une récente publication anglaise, 215. — Obs. à une comm. de M. Th. Monod, **517**.
Marie (P.). Sur les Microfaunes du Crétacé du plateau de Settat (Maroc central), 20. — Sur les Microfaunes du Crétacé des Ganntour (Maroc occidental), 105.
Maroc. J. Lacoste, 11, 73, 82. — P. Marie, 20, 105. — J. Bourcart, 31, 186. — B. Yovanovitch, 35, 118. — P. Russo, 69, **111**. — L. Neltner, 70, 83. — J. Bondon, 116. — J. Dresch, **377**. — C. Arambourg, **413**. — A. L. Brichant, **541**.
Martel (A. Carpentier, G. Delépine et H. —). Recherches paléontologiques sur quelques gisements carbonifères de la Sarthe, 43, **77** (pl. II et III).
Martonne (E. de). Prés. d'ouvr., 78.
Massif Armoricain. J. Péneau, **483**. — A. Carpentier et J. Péneau, **489**.
Massif Central. M. Roques, 177. — A. Demay, 215, 233, **3**. — J. Jung, 246. — J. Jung et E. Raguin, 247.
Mathieu (G.). Prés. d'ouvr., 94.
Mazenot (G.). Sur les faunes d'Ammonites de la limite jurassico-crétacée de l'Europe centrale et de l'Argentine, 253.
Menchikoff (N.). Le Dévonien des confins du Rio de Oro, 37. — Le Carbonifère de Tazoult au Taouat (Sahara), 50. — Le Dévonien inférieur du Menakeb (Sahara occidental), 74.
Menchikoff (R. Furon et N. —). Sur l'Éocène et le Crétacé du Tanezrouft (Sahara), 102.
Menchikoff (R. Furon, C. Kilian et N. —). Prés. d'ouvr., 93.
Menchikoff (N.) et Te You Hsu. Les Polypiers carbonifères du Sahara occidental, 111, **229** (pl. IX et X).
Mengel (O.). Prés. d'ouvr., 94, 195. — Les raisons tectoniques probables des sources hydrominérales du Boulou [Obs. de M. L. Bertrand], 197.
Mercier (Jean). Prés. d'ouvr., 214.
Métamorphisme. J. de Lapparent, **281**.
Meunier (A.). Sur l'extension des formations gréseuses dans l'Est du Bassin parisien, 237.
Microcodium elegans Glück, P. Jodot, 51.
Michel-Lévy (A.). Allocution, 4, 129. — Quelques obs. pétrographiques et tectoniques dans la haute vallée de la Thur, 232.
Michoux (J.). Le gîte fossilifère astien de Mélias et l'âge des hauts niveaux de cailloutis de la bordure nord des Cévennes, 138.
Michoux (J.) et R. Colomb. Sur quelques points de la tectonique tertiaire des environs des Vans (Ardèche), 181.
Mihara (Sakaé). Prés. d'ouvr., 243.
Minéraux. P. Urbain, 112.
Monod (Th.). Remarques sur la structure du Sahara sud-occidental, 197, **513** (1 fig.).
Morellet (L. et J.). Relations stratigraphiques et paléontologiques entre les formations lacustres et les formations marines du Bartonien du bassin de Paris, 72, **99** (1 coupe) : — Contribution à l'étude de la faune bartonienne du bassin de Paris, 99. — Etude sur le niveau d'Hérouval (Oise), 257, **499**.
Moret (L.). Prés. d'ouvr., 26. — Sur la présence de *Nummulites incrassatus* dans le « Flysch calcaire » des environs d'Orcières (nappe du Flysch

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

de l'Embrunais) et sur la répartition des faciès du Nummulitique dans le géosynclinal alpin (1 fig.), 30. — La réunion de la Société Géologique italienne en Cyrénaïque (Avril 1935), 155. — A propos des « soffioni » de Toscane, 175. — *Rhinochelys Amaberti*, nouvelle espèce de tortue marine du Vraconien de la Fauge, près du Villard-de-Lans (Isère), 253, **605** (pl. XXVII et XXVIII, 3 fig.).

Moret (M. Gignoux, L. — et D. Schneegans). Prés. d'ouvr., 26.

Moret (A. Lepape, L. — et G. Schneider). Prés. d'ouvr., 26.

Moret (L.) et D. Schneegans. Prés. d'ouvr., 26.

Mrazec (Louis). Prés. d'ouvr., 124.

N

Nécrologie. Beaugé, 123. — Ph. Dautzenberg, Ilovaisky, Vital-Fernand Lataste, Albert Euchène, Claude Girard, Paul Bardou, 129. — Jean Pierçon, Dr Paul Oppenheim, Jean Strigeoff, William Libbey, J. J. Sederholm, 130. — Com[t] Léon Dussault, 161. — Léon Boca, Carlos Burckhardt, Stanislas Weigner, 193. — Ernest Simon, H. F. Osborn, 213. — David Beigbeder, 225. — Dr Gessen, 241.

Neltner (L.). Les granites du Haut Atlas et leur rôle dans le métamorphisme, 70. — Sur le Cambrien du Sud Marocain, essai paléogéographique, 83.

Néocomien. P. Lamare, 80.

Nièvre. A. Vatan, 187.

Niger. N. Réformatsky, **575**.

Normandie. L. Dangeard, **263**.

Nummulites Laevigatus Lmk. J. Cuvillier, 18.

Nummulitique. J. Lacoste, 73.

Nummulitique alpin. L. Moret, 30.

Oligocène. J. Repelin, **167**.

O

Oppenheim (Dr Paul). Nécrologie, 130.

Orgeval (M.). Prés. d'ouvr., 226.

Osborn (H. F.). Nécrologie, 213.

P

Paléobotanique. M. D. Zalessky et H. Tchirkova, **215**. — L. Dangeard, **263**.

Paléontologie. G. Delépine, **65**, **171**. — A. Carpentier, G. Delépine et H. Martel, **77**. — N. Menchikoff et Te You Hsu, **229**. — H. Douvillé, **319**. — J. Lambert, **359**. — J. Péneau, **483**. — A. Bigot, **591**.

Palestine. M. Avnimelech, 207.

Parent (H.). Nouvelles obs. sur le Bathonien de Valaury-Saint-Hubert (Var), 62. — Obs. sur le terrain bathonien du Var, entre le Gapeau et l'Argens, 90. — Obs. sur le Bathonien du Var, entre Saint-Hubert et le N de Toulon, 100. — Successions fossilifères comparées du Bathonien du Var et du Bassin de Paris, 119.

Patte (E.). Prés. d'ouvr., 43. — Le Quaternaire dans la vallée de l'Aisne, 261.

Pei (W. C.). Prés. d'ouvr., 55, 56.

Pei (P. Teilhard de Chardin et W. C. —). Prés. d'ouvr., 55.

Péneau (J.). Prés. d'ouvr., 225. — Contribution à la faune du Dévonien inférieur du Massif Armoricain (2e article), 228, **483** (pl. XXIV).

Péneau (A. Carpentier et J. —). Étude du Carbonifère inférieur entre Rochefort et Chalonnes (M.-et-L.), 228, **489** (3 fig.).

Pérébaskine (V.) et D. Schneegans. Note préliminaire sur les Foraminifères provenant d'un sondage foré dans la région du Détroit de Magellan (Chili), 104.

Permien. A. F. de Lapparent, 199. — H. Th. Tchirkova, **509**.

Perret (Robert). Sur l'Adrar des Ajjers, 146.

Perse. A. Rivière, 60, 140.

Petit (L. Joleaud, A. Chevalier et G. —). Prés. d'ouvr., 162.

Pfender (J.). Obs. sur les Algues calcaires récoltées dans le Quaternaire d'Antibes par M. G. Denizot, **572**.

Pétrographie. P. Jodot, **399**. — G. Choubert, **629**.

Phosphates. C. Arambourg, **413**.

Picard (Léo). Prés. d'ouvr., 213.

Pierçon (Jean). Nécrologie, 130.

Piroutet (M.). L'âge du soulèvement du Jura occidental, 92.

Piton (L.) et N. Théobald. Prés. d'ouvr., 244.

Piveteau (J.). Ressemblances des faunes ichthyologiques du Groenland et du Spitzberg avec celle de Madagascar, au Trias inférieur, 113. —

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

Mammifères du Pontien de l'Irak, **465**.
Pléistocène. A. BIGOT, 95.
Pliocène. J. MICHOUX, 138.
Poissons. C. ARAMBOURG, 17. — J. PIVETEAU, 113. — C. ARAMBOURG et D. SCHNEEGANS, 170.
PORCHET (M.). Prés. d'ouvr., 42.
Potasse. H. PRIESNER et F. QUIÉVREUX, **471**.
PRIESNER (H.) et F. QUIÉVREUX. Thysanoptères des couches de potasse du Haut-Rhin, 210, **471** (pl. XXII et XXIII).
Provence. A. F. DE LAPPARENT, 21, 88. 199. — G. CORROY, 153, 250. A. LANQUINE, 168. — G. DENIZOT, 259. — L. LUTAUD, 261. — J. REPELIN, **167**.
PUSSENOT (Ch.). Sur le tracé du bord de la nappe des schistes lustrés aux environs de Cervières (Hautes-Alpes), 87. — Sur le métamorphisme du bord de la zone des schistes lustrés aux environs de Cervières (Hautes-Alpes), 144. — Sur les terrains visibles dans la fenêtre de l'Argentière (Hautes-Alpes), 182.
Pyrénées. P. BIROT, 72, 228. — CH. JACOB, 78. — E. RAMIÈRE DE FORTANIER, 98. — O. MENGEL, 197. — J. DURAND, 222. — G. DELÉPINE, **65**, **171**.

Q

Quaternaire. G. GARDET, **27**. — G. DENIZOT, **559**. — J. PFENDER, **572**.
QUIÉVREUX (F.). Prés. d'ouvr., 162.
QUIÉVREUX (H. PRIESNER et F. —). Thysanoptères des couches de potasse du Haut-Rhin, 210, **471** (pl. XXII et XXIII).

R

RAGUIN (E.). Les roches métamorphiques des environs du Vivier au bord méridional du massif de l'Agly (Pyrénées-Orientales), 58.
RAGUIN (M. CASTERAS et E. —). Sur l'âge du granite du Massif de l'Agly, 56.
RAGUIN (J. JUNG et E.). — Discordance du Viséen sur le socle cristallophyllien, entre Balbigny, Néronde et Violay (Loire), 230, 247 (obs. de M. A. DEMAY), 249.
RAMIÈRE DE FORTANIER (E.). Sur les rapports entre les points de chute de la foudre et la constitution géolog. du sol dans le massif du Vignemal, 98.
RÉFORMATSKY (N.). Quelques obs. sur les latérites et les roches ferrugineuses de l'Ouest de la colonie du Niger français, 239, **575** (8 fig., 1 tab.).
REMPP (G.) et J. P. ROTHÉ. Prés. d'ouvr., 137.
REPELIN (J.). Sur un sondage dans les terrains oligocènes du bassin de Marseille, 85, **167**.
REVUE DE GÉOGR. PHYSIQUE ET DE GÉOL. DYNAMIQUE. Prés. d'ouvr., 162.
RICHARD (Marguerite). Remarques sur le genre *Pseudaelurus* GERVAIS, 95, **479** (4 fig.).
Rif. J. LACOSTE, 11. — J. BOURCART, 31.
RIEBEN (Hubert). Prés. d'ouvr., 244.
Rio de Oro. N. MENCHIKOFF, 37.
RIVIÈRE (A.). Obs. nouvelles sur la structure des montagnes de Schach Abdul Azim (Perse) [1 fig.], 60. — Détails tectoniques nouveaux dans la vallée du Djerjéroud (Arc Iranien septentrional), 140.
ROBAUX (A.). Sur une cassure importante suivant la vallée de la Meurthe, à Lunéville, 257.
ROQUES (M.). Rapports pétrographiques et tectoniques entre les schistes X et les gneiss sur la bordure W du Massif Central, 177. — Prés. d'ouvr., 227.
ROQUES (J. JUNG et M. —). Prés. d'ouvr., 227.
ROTHÉ (J. LACOSTE et J. P. —). Prés. d'ouvr., 137.
ROTHÉ (G. REMPP et J. P. —). Prés. d'ouvr., 137.
ROUBAULT (M.). Prés. d'ouvr., 136.
ROUSITZKY (H.). Prés. d'ouvr., 110.
ROUX (Lieut.). Prés. d'ouvr., 196.
ROUYER (C.). Accidents tectoniques aux envir. de Saint-Florentin (Yonne), 11, **19** (1 fig.).
Rudistes: H. DOUVILLÉ, 137, **319**.
RUEDEMANN (J. W. LAVERDIÈRE et Rudolf —). Prés. d'ouvr., 244.
Russie. G. ZALESSKY, **689**.
RUSSO (P.) Prés. d'ouvr., 9, 42, 197. — Présence de dépôts à faciès rifain dans les gorges du Kiss (Maroc NE), 18, **111** (2 fig.). — Sur la distinction entre le Moyen Atlas central et le Moyen Atlas septentr. (Maroc central), 69.

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

S

Sacco (F). Prés. d'ouvr., 94.
Sahara. N. Menchikoff, 50, 74. — R. Furon et N. Menchikoff, 102. — C. Kilian, 111, 219. — R. Perret, 146. — N. Menchikoff et Te-You Hsu, **229**. — Th. Monod, **513**.
Sainte-Lagüe (A.). Prés. d'ouvr., 196.
Saint-Pierre et Miquelon. E. Aubert de La Rüe, 13.
Salin (E.). Monographie des calcaires du Barrois, 46, **117** (pl. IV, V et VI, 8 fig., 13 tab.).
Saurin (E.). Sur l'existence du Trias dans la vallée du Song Da Rang (Sud-Annam), 15.
Savornin (J.). Topographie souterraine et déclinaison magnétique (Algérie et Territoires du Sud), 157.
Savornin (Bétier, — et Dalloni). Prés. d'ouvr., 25.
Schenck (Hubert G.). L'âge de l'étage aquitanien, 143.
Schistes lustrés. Ch. Pussenot, 87, 144.
Schlumberger (C.). Prés. d'ouvr., 226.
Schlumberger (R. A.). Prés. d'ouvr., 27, 55.
Schnaebelé (R.). Prés. d'ouvr., 28.
Schnarrenberger (K.). Prés. d'ouvr., 27.
Schneegans (D.). Prés. d'ouvr., 8, 27, 28, 225, 226. — La Nappe des Aiguilles d'Arves dans les environs de Moutiers (Tarentaise) [obs. de M. L. Bertrand], 245.
Schneegans (C. Arambourg et D. —). Les Poissons fossiles du bassin sédimentaire du Gabon, 170.
Schneegans (L. Barrabé et D. —). Prés. d'ouvr., 244.
Schneegans (S. Gillet et D. —). Prés. d'ouvr., 226.
Schneegans (M. Gignoux, L. Moret et D. —). Prés. d'ouvr., 26.
Schneegans (V. Pérébaskine et D. —). Note préliminaire sur les Foraminifères provenant d'un sondage foré dans la région du Détroit de Magellan (Chili), 104.
Schneider (A. Lepape, L. Moret et G. —). Prés. d'ouvr., 26.
Schœller. Prés. d'ouvr., 42, 196. — Utilité de la notion des échanges de bases pour la comparaison des eaux souterraines vadoses, 261, **651** (1 fig., 1 tab.).
Schon (O.). Prés. d'ouvr., 27.
Sederholm (J.-J.). Nécrologie, 130.
Service Géologique de l'Algérie. Prés. d'ouvr., 25.
Sidérolithique. A. Vatan, 64.
Silex. L. Cayeux, 173.
Simon (Ernest). Nécrologie, 213.
Société Géologique Suisse. Prés. d'ouvr., 9.
Soudan. R. Furon, 23.
Stampien. N. Théobald, 209.
Stefanini (G.). Prés. d'ouvr., 111.
Stchepinsky (V.). Le Crétacé de Téboursouk (Tunisie), 168, **441** (pl. XXI, 2 fig.).
Stépanoff (A. de). Prés. d'ouvr., 197.
Stépanoff (Limouze et A. de —). Prés. d'ouvr., 196.
Stratigraphie. G. Delépine, **65**, **171**. — L. et J. Morellet, **99**. — E. Salin, **117**. — M. D. Zalessky et H. Th. Tchirkova, **193**. — V. Stchepinsky, **441**. — V. Babet, **455**.
Strigeoff (Jean). Nécrologie, 130.

T

Tchirkova (Mlle H. Th.). Sur le développement des sédiments du Permien inférieur dans le Kasakstan du Nord-Est. Étude phytostratigraphique, 126, **509**.
Tchirkova (M. D. Zalessky et Mlle H. Th. —). Obs. sur la distribution de la flore fossile dans le terrain carbonifère inférieur du bassin du Donetz. Division du Carbonifère inférieur d'après cette flore, 105, **193** (2 tab.). — Sur une division du terrain houiller supérieur du bassin du Donetz d'après sa flore fossile, 105, **215** (1 tab.).
Tectonique. A. Demay, **3**. — C. Rouyer, **19**. — J. Dresch, **377**. — M. Blumenthal, **659**.
Teilhard de Chardin (P.). Le Cénozoïque de Chine centrale et méridionale, 150.
Teilhard de Chardin (P.), G. B. Barbour et M. N. Bien. Prés. d'ouvr., 149.
Teilhard de Chardin (P.) et W. C. Pei. Prés. d'ouvr., 55.
Teilhard de Chardin (P.) et C. C. Young. Prés. d'ouvr., 55.
Tertiaire. A. F. de Lapparent, 21, 33, 67. — H. G. Schenck., 143
Thalmann (H.). Prés. d'ouvr., 55.
Théobald (N.). Prés. d'ouvr., 8, 27, 244. — Sur l'extension des faciès de la base du Stampien (marnes à Forami-

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

nifères et schistes à Amphisiles) dans le Haut-Rhin, 209.
THÉOBALD (G. GARDET et N. —). Prés. d'ouvr., 227.
THÉOBALD (L. PITON et N. —). Prés. d'ouvr., 244.
THIRION (Ch.). Les Vosges minières ; la Géologie et les Mines des environs de Giromagny (Territoire de Belfort), 37, **33**, (3 fig., 1 tab.).
Tibesti. M.-E. DENAEYER, 44.
Tortonien. A. F. DE LAPPARENT, 88.
Tortue. L. MORET, **605**.
Trias. E. SAURIN, 15. — J. PIVETEAU, **113**.
Trochotherium cyamoides FRAAS. J. VIRET, 85.
TROIANO (E.). Prés. d'ouvr., 197.
Tunisie. DOM A. VALETTE, **374**. — V. STCHEPINSKY, **441**.

U

URBAIN (P.). Sur la présence d'une gaize, intercalée dans le calcaire à oolithes ferrugineuses de l'Oxfordien de Villers-sur-Mer (Calvados), 10. — La phosphorescence cathodique appliquée à l'étude des minéraux et des roches taillées en lames minces, 112. — Prés. d'ouvr., 162.

V

VALETTE (Dom A.). Sur un nouvel *Antedon* cénomanien du Sud de la Tunisie, **374** (1 fig.).
Valanginien. P. DELEAU, 159.
Valaury-Saint-Hubert. H. PARENT, 62, 90, 119.
VALLE Y LERSUNDI (Alfonso DEL). Remerciements, 193. — Le bassin potassique de Navarre et les résultats du sondage récent de Javier, 197, **533**, (3 fig.).
VALLOIS (C. ARAMBOURG, M. BOULE, H. — et R. VERNEAU). Prés. d'ouvr., 54.
Var. H. PARENT, 62.
VATAN (A.). Résumé d'obs. sur les conditions de dépôt et la lithologie des terrains sidérolithiques du Berry, 64. — Sur la présence d'éléments volcaniques tertiaires dans les sables du Mont Givre (Nièvre), 187. — Répartition des grès titanifères dans l'Éocène du Bassin de Paris mérid. 265.
Vendée. P. BUTEL, 230.
VENDL (A.). Prés. d'ouvr., 110.
VENZO (S.). Prés. d'ouvr., 111.
VERNEAU (C. ARAMBOURG, M. BOULE, H. VALLOIS et R. —). Prés. d'ouvr., 54.
Vertébrés. C. ARAMBOURG, **413**. — C. DECHASEAUX, **527**.
Villers-sur-Mer (*Calvados*). P. URBAIN, 10.
VINCIENNE (H.). Structure de la région de Thoirette (Jura), 263. Rapport de la Commission de Comptabilité, **697**.
VIRET (J.). Sur la présence de *Trochotherium cyamoides* FRAAS à la Grive Saint-Alban, 85.
Viséen. J. JUNG et E. RAGUIN, 247.
Vosges. J. JUNG, 252. — G. GARDET, **27**. — CH. THIRION, **33**. — G. CHOUBERT, **629**.
Vraconien. L. MORET, **605**.

W

WEIGNER (Stanislas). Nécrologie, 193.
WILLIS (Pr. Bailey). Prés. d'ouvr., 213.

Y

YOUNG (C. C.) Prés. d'ouvr., 55, 56.
YOUNG (P. TEILHARD DE CHARDIN et C. C. —). Prés. d'ouvr., 55.
YOVANOVITCH (B.). Le Détroit des Doukkala (Maroc occidental), 35. — Le Détroit des Doukkala. Nouvelles obs., 118. — Prés. d'ouvr., 196, 226.
Yunnam. J. H. HOFFET, 121.

Z

ZAHÁLKA (C.). Prés. d'ouvr., 244.
ZALESSKY (G.). Sur deux restes d'insectes fossiles provenant du bassin du Kousnetzk et sur l'âge géologique des dépôts qui les renferment, 206, **687**.
ZALESSKY (M. D.) et Mlle H. Th. TCHIRKOVA. Obs. sur la distribution de la flore fossile dans le terrain carbonifère inférieur du bassin du Donetz. Division du Carbonifère inférieur d'après cette flore, 105, **193** (2 tab.). Sur une division du terrain houiller supérieur du bassin du Donetz d'après sa flore fossile, 105, **215** (1 tab.).

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

DATES DE PUBLICATION

des fascicules qui composent ce volume.

Fascicules	1-2-3	(Feuilles	1-12, pl. I-VIII)	Octobre 1935
—	4-5	(—	13-23, pl. IX-XVI)	Janvier 1936
—	6-7	(—	24-33, pl. XVII-XXIV)	Mai 1936
—	8-9	(—	34-45, pl. XXV-XXXII)	Août 1936

MACON, PROTAT FRÈRES, IMP. MCMXXXVI. — *La gérante de la Soc. Géologique :* Mme L. MÉMIN.

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

BIBLIOGRAPHIE DES SCIENCES GÉOLOGIQUES

Première série 1923-1929.

Deuxième série 1930.

Prix du volume annuel..... 50 frs.

Prix pour les membres de la Société. 20 frs.

Le Tome V de la 2e série a été distribué en avril, comme l'année dernière. (1 vol. in-8°, 342 p.)

Ce volume comporte la mention de tous les travaux qui sont parvenus dans les Bibliothèques de Paris entre le 1er janvier et le 25 décembre 1934, plus un certain nombre d'ouvrages cités de seconde main.

Le nombre de titres (4769) est en diminution sur le chiffre de l'an dernier. La diminution porte apparemment sur la Minéralogie, les Phénomènes géologiques et la Géologie appliquée. La crise économique est certainement cause de l'arrêt de certains travaux, mais la moyenne des titres des 5 dernières années est très exactement de 4822.

Certains périodiques étrangers ne nous parviennent pas ; nous nous efforcerons de les recevoir par échange. Le dépouillement actuel porte toutefois sur 621 périodiques.

La Bibliographie que nous publions est, de toutes les œuvres similaires paraissant dans le monde entier, la plus complète, la moins coûteuse, celle, enfin, qui paraît le plus rapidement. Elle constitue ainsi un instrument de travail de plus en plus indispensable à tous ceux qui s'intéressent aux Sciences géologiques.

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

TABLE DES MATIÈRES (Tome V, Fascicule 1-2-3)

Pages

A. Demay. — Sur les relations des schistes sériciteux des Cévennes méridionales et du Rouergue et du massif granito-gneissique du Segala et du Levézou (*2 fig.*) 3

Camille Rouyer. — Accidents tectoniques aux environs de Saint-Florentin (Yonne) (*1 fig.*)..... 19

G. Gardet. — A propos des moraines d'Olichamps (Vosges)..... 27

Ch. Thirion. — Les Vosges Minières. La géologie et les mines des environs de Giromagny (Territoire de Belfort) (*3 fig., 1 tab.*)..... 33

G. Delépine. — Contribution à l'étude de la faune du Dinantien des Pyrénées (*Pl. I, 1 fig.*)..... 65

A. Carpentier, G. Delépine, H. Martel. — Recherches paléontologiques sur quelques gisements carbonifères de la Sarthe (*Pl. II et III*).. 77

Y. Boisse de Black. — Un cas curieux et complexe d'évolution d'un réseau hydrographique en rapport avec les glaciations du Cantal (*7 fig.*). 85

L. et J. Morellet. — Relations stratigraphiques et paléontologiques entre les formations lacustres et les formations marines du Bartonien du bassin de Paris (*1 fig.*)..... 99

P. Russo. — Présence des dépôts à faciès riffain dans les gorges du Kiss (Maroc NE) (*2 fig.*)..... 111

Édouard Salin. — Monographie des calcaires du Barrois (*Pl. IV, V et VI, 8 fig., 13 tab.*)..... 117

J. Repelin. — Sur un sondage dans les Terrains oligocènes du Bassin de Marseille..... 167

G. Delépine. — Contribution à l'étude de la Faune du Dinantien des Pyrénées (*Pl. VII et VIII, 6 fig.*)..... 171

RÉDACTION DU BULLETIN

Il est rappelé aux auteurs que les figures dans le texte doivent être présentées prêtes à être clichées; en conséquence, les dessins doivent être sur bristol blanc ou papier d'architecte ligné en bleu. Pour la bonne tenue de notre *Bulletin*, **la lettre doit être parfaite.**

Tout dessin jugé défectueux par la Commission du Bulletin sera renvoyé à l'auteur ou redessiné à ses frais.

Dans le but de faciliter la mise en pages, les auteurs sont invités à répéter les légendes dans le texte à l'emplacement des figures.

MACON, PROTAT FRÈRES, IMP. MCMXXXV. *La gérante de la Soc. Géologique* : Mme L. Mémin.

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

5e Série, t. V. — 1935. — N° 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.

CINQUIÈME SÉRIE

TOME CINQUIÈME

FASCICULE 4-5

Feuilles 13-23 — Planches IX-XVI

30 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

1935

PUBLICATION MENSUELLE

JANVIER 1936

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

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

FONDÉE LE 17 MARS 1830.

Établissement 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. 180) 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.

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

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

Nouvelle série. — Tomes I à XI, 1924-1935

1. — L. Moret, *Contribution à l'étude des Spongiaires siliceux du Miocène de l'Algérie*, 4 pl., 32 p... 30 fr.
2. — H. Douvillé, *Revision des Lépidocyclines*, 7 pl., 123 p. 175 »
3. — S. Gillet, *Étude sur les Lamellibranches néocomiens*, 2 pl., 339 p..... 140 »
4. — F. Canu et Lecointre, *Les Bryozoaires Cheilostomes des Faluns de Touraine et d'Anjou*. XXV pl., 130 p. 125 »
   Les Bryozoaires Cyclostomes des Faluns de Touraine et d'Anjou, pl. XXVI-XLIV, p. 131-216. 100 »
5. — Léon Moret, *Contribution à l'étude des Spongiaires siliceux du Crétacé supér. français*, 24 pl., 338 p. 140 »
6. — J. Pfender, *Les Mélobésiées dans les Calcaires crétacés de la Basse-Provence*, 10 pl., 32 p..... 50 »
7. — P. Teilhard de Chardin, *Etude géologique sur la région du Dalai-Noor*, 2 pl., 3 cartes, 56 p..... 50 »
8. — Édouard Roch, *Etude stratigraphique et paléontologique de l'Aptien inférieur de la Bédoule (près Cassis) (Bouches-du-Rhône)*, 5 pl., 37 p..... 40 »
9. — C.-P. Nicolesco, *Étude monographique du genre* Parkinsonia, 16 pl., 84 p..... 140 »
10. — Charles Depéret et F. Roman, *Monographie des Pectinidés néogènes de l'Europe et des régions voisines* (Suite du Mém. de Paléont., n° 26), pl. XXIV-XXVIII, p. 169-194..... 60 »
11. — René Dehée, *Description de la faune d'Etrœungt. Faune de passage du Dévonien au Carbonifère*, 8 pl., 62 p..... 50 »
12. — L. Barrabé, *Contribution à l'étude stratigraphique et pétrographique de la partie médiane du pays sakalave (Madagascar)*, 10 pl., 1 c. en coul. 260 p. 175 »
13. — M. D. Zalessky, *Etude anatomique sur le stipe du* Protopteris Sewardi *n. sp.*, 6 pl., 29 p..... 30 »
14. — P. Teilhard de Chardin, P. Lamare, M. Dreyfuss, A. Lacroix et É. Basse, *Études géologiques en Éthiopie, Somalie et Arabie méridionale*, 5 pl. dont 1 carte en couleurs, 152 p..... 125 »
15. — J. Monestier, *Ammonites rares ou peu connues et Ammonites nouvelles du Toarcien moyen de la région Sud-Est de l'Aveyron*, 9 pl., 79 p. 60 »
16. — J. Lambert, *Étude sur les Échinides fossiles de l'Afrique du Nord*, 8 pl., 228 p..... 125 »
17. — C.-P. Nicolesco, *Étude monographique du genre* Bigotites, 8 pl., 52 p..... 60 »
18. — A. Carpentier, *Étude de quelques végétaux jurassiques*, 6 pl., 12 p..... 25 »
19. — Yang Kieh, *Contribution à l'étude géologique de la Chaîne de la Marche et du Plateau d'Aigurande (NW du Massif Central français)*, 12 pl. 1 carte en couleurs, 1 pl. de coupes, 124 p..... 125 »
20. — D. Le Maitre, *Description des Stromatoporoides de l'assise d'Etrœung*, 6 pl., 32 p..... 40 »
21. — F. Roman et J. Viret, *La faune de Mammifères du Burdigalien de la Romieu*, 12 pl., 67 p..... 100 »

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

TABLE DES MATIÈRES (Tome V, Fascicule 4-5)

Pages

D. M. Zalessky et ***H. Th. Tchirkova***. — Observations sur la distribution de la flore fossile dans le terrain carbonifère inférieur du bassin du Donetz. Division du Carbonifère inférieur d'après cette flore (*3 tab.*)..... 193

M. D. Zalesski et ***H. Th. Tchirkova***. — Sur une division du terrain houiller supérieur du bassin du Donetz d'après sa flore fossile (*1 tab.*)... 215

N. Menchikoff et ***Te-You Hsu***. — Les Polypiers carbonifères du Sahara occidental (*Pl. IX et X*)..... 229

Louis Dangeard. — Les pisolithes à Girvanelles dans le Jurassique de Normandie (*Pl. XI, XII et XIII, 1 fig.*)..... 263

Maurice Dreyfuss. — Description d'un échantillon de *Belemnosepia sagittata* Munster (Céphalopodes dibranches) provenant de Créveney (Haute-Saône) (*1 fig.*)..... 277

Jacques de Lapparent. — Rythmes du métamorphisme dans les Highlands (*Pl. XIV*)..... 281

H. Douvillé. — Les Rudistes et leur évolution (*Pl. XV, 26 fig.*)..... 319

J. Lambert. — Notes sur quelques Échinides fossiles (*Pl. XVI, 2 fig.*) (*à suivre*)..... 359

Suite des Mémoires Nouvelle série.

22. — L. Moret, *Géologie du Massif des Bornes et des Klippes préalpines des Annes et de Sulens (Haute-Savoie)*, 6 pl., 162 p..... 100 fr.

23. — J. Monestier, *Ammonites du Domérien de la région sud-est de l'Aveyron et de quelques régions de la Lozère à l'exclusion des Amaltheidés*, 11 pl., 102 p..... 70 »

24. — Eliane Basse, *Étude géologique du Sud-Ouest de Madagascar*, 160 p., 3 pl. en noir, 12 pl. et 3 cartes en couleurs..... 175 »

25. — F.-M. Bergounioux, *Contribution à l'Étude paléontologique des Chéloniens : Chéloniens fossiles du Bassin d'Aquitaine*, 16 pl., 216 p..... 120 »

26. — J. Gubler. **Les Fusulinidés du Permien de l'Indochine**. *Leur structure et leur classification*, 8 pl., 172 p..... 100 »

Mâcon, Protat Frères, imp. MCMXXXVI. *La gérante de la Soc. Géologique* : Mme L. Mémin.

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

5e Série, t. V. — 1935. — N° 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 CINQUIÈME

FASCICULE 6-7

Feuilles 24-33 — Planches XVII-XXIV

35 figures dans le texte

BIBLIOTHÈQUE
GÉOLOGIE
PARIS

PARIS

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

28, rue Serpente, VI

COMPTE DE CHÈQUES POSTAUX PARIS, N° 173-72

Téléph. : DANTON 90-61

1935

PUBLICATION MENSUELLE

MAI 1936

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

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

FONDÉE LE 17 MARS 1830.

Établissement 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. 180) 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, VIe.

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

RÉDACTION DU BULLETIN

Afin d'éviter des retards considérables dans la parution du Bulletin, les auteurs sont instamment priés de se conformer au règlement ci-dessous pour la présentation de leurs notes et mémoires.

Tous les travaux destinés à l'impression doivent être inédits et avoir été *présentés* en séance (règlement, art. 55).

La Commission du Bulletin se prononce sur l'insertion *intégrale* ou *partielle* des communications faites par la Société (règl., art. 69).

Il ne peut être accordé à chaque auteur qu'*une feuille 1/2* (24 p.) de *texte* et *une planche* pour l'**ensemble** des communications qu'il fera dans l'année. Le Conseil peut, par décision spéciale, autoriser la publication de notes plus longues ou accompagnées de plus d'une planche (règl., art. 71).

Tout auteur peut, en outre être autorisé à publier des notes plus longues s'il prend *à ses frais les dépenses supplémentaires.*

Les manuscrits, rédigés *ne varietur*, doivent être déposés dans les 15 jours qui suivent la présentation (règl., art. 72). Ils doivent être écrits **à la machine** sur **le recto seulement** des feuillets. On soulignera d'un trait les mots qui doivent être imprimés en *italiques*, c'est-à-dire, entre autres, les noms de *famille*, *genre*, *espèce*, *variété* (en latin), et de deux traits ceux qui doivent être imprimée en PETITES CAPITALES.

Les auteurs sont également priés d'indiquer les passages de leurs notes qui peuvent être imprimés en petit texte.

Noms spécifiques. Il ne doit être publié dans le *Bulletin*, les *Mémoires* et les *Comptes Rendus* aucun nom d'espèce ou de genre nouveau dont l'auteur n'a pas fourni une description accompagnée de figures.

Le nom spécifique de tout fossile cité doit être suivi du nom de l'auteur qui a fait l'espèce (ce nom est imprimé en PETITES CAPITALES). Ex. :

Reineckeia pseudomutabilis DE LORIOL. — *Modiola sulcata* LMK.

Références. On indiquera d'abord le nom de l'AUTEUR (souligné deux fois), puis le titre, *absolument complet*, de l'ouvrage ; de plus, s'il y a lieu, le titre du *périodique* (souligné une fois), la série, le tome, l'année, la page. Exemples :

H. DOUVILLÉ. Sur l'âge des couches traversées par le canal de Panama. *B. S. G. F.* (3), XXVI, 1898, pp. 587-600 ; p. 594, note 3.

IMBEAUX, HOC, VAN LINT et PETER. Annuaire statistique et descriptif des distributions d'eaux de France, Algérie et Tunisie, Belgique, Suisse et Grand-Duché de Luxembourg. 8°, Paris, Dunod, 1903, 1738 p. ; p. 501.

Les *profils*, *coupes*, *cartes* et *figures* sont beaucoup plus explicites et appréciés que de longs textes, dont, en définitive, ils permettent la simplification, en donnant une valeur démonstrative aux assertions de l'auteur.

Ces *dessins* (profils, coupes, cartes schématiques ou non, figures) dus à la plume des auteurs ou à celle d'un dessinateur qui ne peut être que sous leur seule direction, *doivent être remis par les auteurs, au moment de la présentation*, **prêts au clichage**. Il en est de même des *épreuves photographiques* représentant des vues prises sur le terrain ou des fossiles et minéraux groupés ou non en planches.

Les dessins devront être 1/3 ou 1/4 plus grands que la reproduction à en faire. La dimension finale ne devra pas dépasser la justification :

soit 105 millimètres (en largeur) ou, exceptionnellement, 175 millimètres pour le Bulletin.

Pour les **planches** *hors texte* il doit être fourni une *esquisse* en noir ou en couleurs de dimensions convenables. L'acceptation des *planches phototypiques* n'est discutée que sur la présentation de *bonnes épreuves photographiques* à l'échelle définitive. Dimensions maxima utilisables : en in-8°, Bulletin : 175 × 110 millimètres.

Les auteurs ont un délai de huit jours pour la correction de leurs épreuves. Ce délai expiré, le Secrétaire passe outre.

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

TABLE DES MATIÈRES (Tome V, Fascicule 6-7)

Pages

J. Lambert. — Notes sur quelques Échinides fossiles (*Pl. XVI, 2 fig.*) (*Suite et fin*)..... 369

Dom A. Valette. — Sur un nouvel Antedon cénomanien du Sud de la Tunisie (*1 fig.*).. 374

J. Dresch. — Observations nouvelles sur le grand Atlas de Marrakech (*Pl. XVII, 10 fig.*)..... 377

Paul Jodot. — Curieuses cristallisations de calcite dans un calcaire situé entre le massif du Chenaillet et la cime du Gondran (Briançonnais); leurs relations avec les charriages (*Pl. XVIII*)..... 399

C. Arambourg. — Note préliminaire sur les Vertébrés fossiles des phosphates du Maroc (*Pl. XIX et XX, 2 fig., 1 tab.*)..... 413

V. Stchepinsky. — Le Crétacé de Téboursouk (Tunisie) (*Pl. XXI, 2 fig.*)... 441

V. Babet. — Sur les Grès continentaux horizontaux de la Haute-Sangha (Afrique équatoriale française) (*1 coupe*)..... 455

F. Biraud. — Sur quelques gisements de Mammifères pontiens d'Irak (*1 fig.*)..... 465

Jean Piveteau. — Mammifères du Pontien de l'Irak..... 469

H. Priesner et *F. Quiévreux.* — Thysanoptères des couches de potasse du Haut-Rhin (*Pl. XXII et XXIII*)..... 471

Marguerite Richard. — Remarques sur le genre *Pseudaelurus* Gervais (*4 fig.*)..... 479

Joseph Péneau. — Contribution à la Faune du Dévonien inférieur du Massif Armoricain (2e article) (*Pl. XXIV*)..... 483

A. Carpentier et *J. Péneau.* — Étude du Carbonifère inférieur entre Rochefort et Chalonnes (Maine-et-Loire) (*3 fig.*)..... 489

L. et J. Morellet. — Étude sur le niveau d'Hérouval (Oise)..... 499

H. Th. Tchirkova. — Sur le développement des sédiments du Permien inférieur dans le Kasakstan du Nord-Est..... 509

Théodore Monod. — Remarques sur la structure du Sahara sud-occidental (1 fig.)..... 513

Maurice Dreyfus. — Le plateau de l'Ain et sa bordure dans la moitié nord de la feuille de Saint-Claude au 1/80.000e (5 fig.)..... 519

Colette Dechaseaux. — *Lepidotus Hourcqui* : nouvelle espèce du Lias de Madagascar (2 fig.) [*à suivre*]..... 527

TABLES GÉNÉRALES DU BULLETIN

Table générale et analytique de la 1re série, par L. Carez..... Fr. 15

Table des tomes I à XX de la 2e série, par E. Danglure..... Fr. 30

Table des tomes XXI à XXIX de la 2e série, par E. Danglure et A. Bioche..... Fr. 25

Table des tomes I à XX de la 3e série, par G. Malloizel et Emm. de Margerie..... Fr. 50

Table des tomes XXI à XXVIII de la 3e série, par H. Vincienne. Fr. 80

Macon, Protat frères, imp. MCMXXXVI. *La gérante de la Soc. Géologique :* Mme L. Mémin.

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

L. 1080 (05)

5e Série, t. V. — 1935. — N° 8-9 et dernier

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 CINQUIÈME

BIBLIOTHÈQUE
DE L'UNIVERSITÉ
PARIS

FASCICULE 8-9

Feuilles 34-45 — Planches XXV-XXXII

26 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

1935

PUBLICATION MENSUELLE

AOUT 1936

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

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

FONDÉE LE 17 MARS 1830.

Établissement 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. 180) 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, VIe.

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

Publications de la Société Géologique de France

28, rue Serpente, Paris, VIe.

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 **20.000 fr.**

La Société met également en vente le t. IV de la 1re 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.).

Abonnement : France 40 fr. — Etranger 50 fr.

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 160 fr. — Etranger 180 fr., en librairie le tome 200 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.

Caméré, Carte géologique des environs de Nice, 1877. Prix : 6 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, VIe.

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

TABLE DES MATIÈRES (Tome V, Fascicule 8-9)

Pages

Colette Dechaseaux. — *Lepidotus Hourcqui* : nouvelle espèce du Lias de Madagascar (2 fig.) [*Suite et fin*] 529

A. del Valle de Lersundi. — Le Bassin potassique de Navarre et les résultats du sondage récent de Javier (*3 fig.*) 533

A. L. Brichant. — Contribution à la connaissance de la stratigraphie et de la Tectonique des terrains antéhercyniens du Maroc oriental (*3 fig., 1 tab.*). 541

Georges Denizot. — Observations sur le Quaternaire moyen de la Méditerranée occidentale et sur la signification du terme Monastirien (*1 fig.*)..... 559

J. Pfender. — Observations sur les Algues calcaires récoltées dans le Quaternaire d'Antibes par M. G. Denizot..... 572

N. Réformatsky. — Quelques observations sur les latérites et les roches ferruginisées de l'Ouest de la colonie du Niger français (*8 fig., 1 tab.*).... 575

A. Bigot. — Les Brachiopodes du Bathonien des Monts d'Eraines (Calvados) (*Pl. XXV et XXVI, 4 fig., 3 tab.*)..... 591

Léon Moret. — *Rhinochelys Amaberti.* Nouvelle espèce de Tortue marine du Vraconien de la Fauge, près du Villard-de-Lans (Isère) (*Pl. XXVII et XXVIII, 4 fig.*) 605

P. H. Derville. — Observations et réflexions sur le genre *Nubecularia* (*Pl. XXIX*)..... 621

G. Choubert. — Sur quelques filons à faciès lamprophyriques du versant lorrain des Vosges et sur leurs enclaves (*Pl. XXX, 1 fig.*)..... 629

H. Schœller. — Utilité de la notion des échanges de bases pour la comparaison des Eaux souterraines vadoses (*Pl. XXXI, 1 fig., 1 tab.*)..... 651

Maurice M. Blumenthal. — Allure de la Tectonique locale et définition du « double pli » Gaditan (Andalousie) (*Pl. XXXII, 1 fig., 1 esquisse*)..... 659

Georges Zalessky. — Sur deux restes d'Insectes provenant du bassin de Kousnetzk et sur l'âge géologique des dépôts qui les renferment (*6 fig.*).. 687

H. Vincienne. — Rapport de la Commission de Comptabilité..... 697

TABLES GÉNÉRALES DU BULLETIN

Table générale et analytique de la 1re série, par L. Carez..... Fr. 15

Table des tomes I à XX de la 2e série, par E. Danglure..... Fr. 30

Table des tomes XXI à XXIX de la 2e série, par E. Danglure et A. Bioche ..... Fr. 25

Table des tomes I à XX de la 3e série, par G. Malloizel et Emm. de Margerie..... Fr. 50

Table des tomes XXI à XXVIII de la 3e série, par H. Vincienne. Fr. 80

Macon, Protat frères, imp. MCMXXXVI. *La gérante de la Soc. Géologique :* Mme L. Mémin.

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