COMPTE RENDU SOMMAIRE

ET

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

CINQUIÈME SÉRIE

TOME SEPTIÈME

Année 1937

---

090 009417 7

PARIS

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

28, Rue Serpente, VI^e^

1937

D 76126

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

COMPTE RENDU SOMMAIRE

ET

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

1937

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

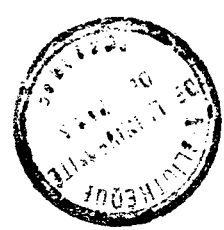
BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

NOTES ET MÉMOIRES

1937



16 août 1937. Bull. Soc. Géol. Fr. (5), VII. — 1

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

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

SUR LA STRUCTURE DU SAHARA MAURITANIEN

PAR **F. Jacquet** [1].

L'étude du Sahara mauritanien m'a été confiée en 1935 par le Service Géologique de l'Afrique Occidentale française. Au cours de mes premières reconnaissances entre le Sénégal et le Maroc, à travers l'Affolé, le Tagant, l'Adrar, le Tiris, le Zemmour et le pays Mechems, j'ai pu recouper toutes les grandes unités structurales mauritaniennes. J'ai fait des itinéraires aussi différents que possible de ceux de Th. Monod. Mes observations coïncident en grande partie avec celles de cet auteur [2], mais elles les complètent sur certains points et me conduisent à des interprétations différentes sur d'autres.

Synclinal de Tindouf (flanc-sud). J'ai limité mes observations à la partie occidentale encore mal connue de ce flanc de synclinal. La partie orientale a été bien étudiée par N. Menchikoff [3]. Elle est dirigée ENE avec des pendages NNW de 5 à 10°. Dans la terminaison occidentale les directions deviennent NNE et les pendages peuvent atteindre 50°. En même temps la série monoclinale se complique d'ondulations anticlinales secondaires. Le Primaire est terminé par des termes de plus en plus anciens à mesure que l'on s'éloigne vers l'Ouest. La coupe d'Aouinet Legra (SE de Tindouf) et celle du pays Mechems s'élèvent jusqu'au Viséen typique ; les coupes du Zemmour ne dépassent pas le Dévonien moyen. Dans ce Dévonien moyen, les faciès néritiques à *Spirifer* sont peu à peu relayés vers le SW par des faciès littoraux où les polypiers sont en extrême abondance comme dans le Givétien du pays Mechems. Au Zemmour, l'Eifélien seul paraît bien caractérisé, les faciès à *Spirifer* y alternant avec les faciès à polypiers. Le Dévonien inférieur reste identique dans tout le synclinal avec un Coblencien caractérisé et un Gedinnien

1. Note présentée à la séance du 18 janvier 1937.

2. *B.S.G.F.*, 5e série, t. V, 1935, pp. 513-518, et *CR. Ac. Sc.*, t. 202, p. 1797.

3. Recherches géologiques et morphologiques dans le Nord du Sahara occidental. *Revue de Géogr. phys. et de Géol. dyn.*, vol. III, fasc. 2, 1930, Thèse.

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

douteux. Le Gothlandien, que j'ai découvert dans la Seguiet el Hamra et le Zemmour, était encore inconnu dans le Sud du synclinal de Tindouf. Il présente un faciès calcaire à Orthocères et à Graptolithes différent du faciès schisteux habituel au Sahara. L'Ordovicien et le Cambrien n'ont pas livré d'organismes fossiles. Dans la série de ces étages, au Zemmour, l'opposition lithologique entre le synclinal de Tindouf et le synclinal de Ouarane paraît cesser. On y observe, sur l'Antécambrien, une série de calcaires à Stromatolithes avec des schistes papyracés et des grès massifs en tous points comparables à celle du Dhar Adrar et du Hank. La base de ces formations est parfaitement conglomératique (Rgheoua...) Les intrusions doléritiques sont fréquentes.

L'anticlinal cristallin des Karet-Yetti. L'anticlinal des Karet-Yetti est orienté NNE; sa largeur entre le synclinal de Tindouf et celui de Ouarane dépasse 300 kilomètres. Il disparaît au SW dans la région d'El Aouissat, sous la chaîne métamorphique, pour réapparaître dans le Tiris.

Les Karet-Yetti sont formés de granites, de rhyolites et de schistes cristallins pénéplanisés. Au voisinage des formations primaires quelques reliefs ont été conservés comme dans l'Akchach, dans le Sud de Rgheoua et dans toute la région de Bir Oum Ghrein particulièrement semée de dômes granitiques.

Le Tiris est caractérisé selon Chudeau [1] par des dômes de granite porphyroïde et par des filons d'autres roches telles que granulites à épidote et pegmatite à tourmaline.

La Chaîne métamorphique. La chaîne métamorphique correspond à une ou plusieurs chaînes antécambriennes. Elle occupe une grande surface dans l'Ouest du Sahara mauritanien ; depuis

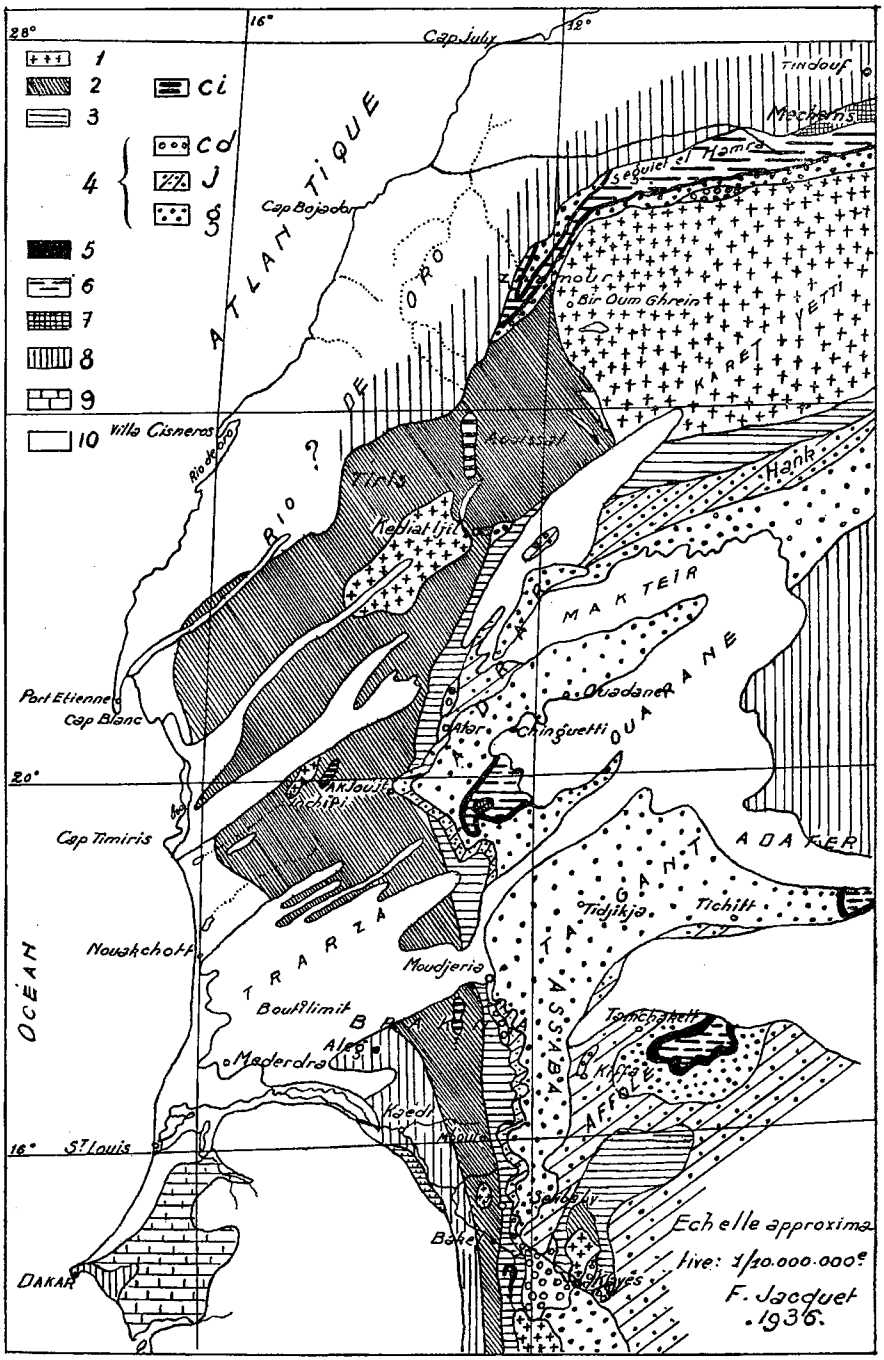
1. Note sur la géologie de la Mauritanie. *B.S.G.F.*, (4), t. XI, 1911, p. 313.

Légende du Schéma géologique.

1. Cristallin.
2. Métamorphique. Ci = Cipolins.
3. Cambro-Ordovicien, série inférieure.
4. Cambro-Ordovicien, série supérieure.
   cd : conglomérat, dolomies, calcaires.
   j : jaspes.
   g : grès.
5. Gothlandien.
6. Dévonien.
7. Carbonifère (Tamga, pour mémoire).
8. Hammada et couches de passage du Crétacé à l'Éocène.
9. Éocène.
10. Néogène et Quaternaire.

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

SCHEMA GÉOLOGIQUE DU SAHARA MAURITANIEN



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

la région de Bakel, elle traverse le Brakna, le Trarza, l'Inchiri, le Tiris et l'Aouissat pour atteindre enfin le Sud du Zemmour où elle disparaît sous la hammada. A l'Est elle est recouverte par la base des terrains primaires et à l'Ouest par des sables quaternaires.

L'orientation générale des terrains est NW ; les pendages tantôt SW, tantôt NE ont une intensité variable.

Les roches constituantes très diverses sont des gneiss, des micaschistes, des schistes métamorphiques, des quartzites verts, des quartzites à oligiste... Il y a lieu de faire une mention spéciale pour les cipolins d'El Aouissat. Cette chaîne métamorphique dont la nature est comparable aux terres riches du Sénégal oriental et de la Guinée est certainement la région la plus minéralisée du Sahara mauritanien [1]. On y connaît le fer sous forme d'une belle hématite brune constituant les importants amas de la Kédiat Ijil ; le cuivre a été signalé dans l'Inchiri. Toutefois aucune prospection d'autres subtances ne saurait être entreprise avant l'achèvement d'une première étude géologique et de recherches hydrologiques sérieuses.

Synclinal d'Ouarane, Plateau de l'Adrar et du Tagant. Le synclinal d'Ouarane, extrémité SW de celui de Taoudéni, est grossièrement dessiné par la falaise du Hank, le plateau de l'Adrar et celui du Tagant.

Son axe est orienté NE, les pendages sont presque nuls et ne paraissent que rarement dépasser 5°.

La série sédimendaire transgressive sur le Cristallin et le Métamorphique débute au moins localement par un véritable conglomérat à galets de Métamorphique (Kédiat Ijil : conglomérat d'Oum el Habel) ou par des niveaux à galets de quartz (Dhar inférieur de l'Adrar). Sur ces niveaux ou conglomérats sporadiques, s'élève, entre deux horizons gréseux particulièrement massifs, toute une série complexe de grès, de schistes tachetés et de calcaires (Cambro-Ordovicien, série inférieure).

Un nouvel ensemble lité, sans discordance nettement apparente, mais débutant par un conglomérat à galets de grès et de granites, exceptionnel dans l'Adrar (Jbeliat) mais particulièrement bien représenté au Soudan (Kidira, Goulombo, Kayes), ravine la série inférieure. Il est constitué de bas en haut par des dolomies à barytine (Jraif), des calcaires à Stromatolithes (Atar, Tourassine), des jaspes (Baten d'Atar), des grès verts plus ou moins massifs

1. Segaud. La géologie et les possibilités minières de la Mauritanie. *Chron. des Mines col.*, n° 25, 1er avril 1934, pp. 104-117.

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

(Dhar Atar), des grès à Tigillites (Dakhlet Kelchi, Talorza, Rachid...), des horizons locaux à Lingules (Dakhlet Kelchi) et de nouveaux grès massifs (Cambro-Ordovicien, série supérieure).

Les schistes à Graptolithes du Gothlandien sont concordants sur le Cambro-Ordovicien. Ils sont surmontés par les grès fossilifères du Dévonien (El Haguer, Iramach, Chig, Tenemouj, Charania).

Le Carbonifère signalé par Chudeau n'est conservé que localement dans le massif du Tamga (SW de l'Adrar) dont les directions sont orthogonales à celles du grand synclinal de fond de Ouarane.

Dans la base de cette série, les venues éruptives sont particulièrement rares (Arhmakou...).

Plateau du Sud : Assaba et Affollé. Ces plateaux continuent, au Sud, ceux du Tagant. Le Cambro-Ordovicien (série inférieure) : grès et schistes, paraît plissé plus fortement que dans l'Adrar. Il a été violemment attaqué par l'érosion ancienne, comme en témoigne l'importance du conglomérat de base de la série cambro-ordovicienne supérieure. Cette série supérieure est presque horizontale et discordante sur l'inférieure. Elle est formée de dolomies ou de calcaires dolomitiques à barytine, de jaspes multicolores et de grès massifs (grès supérieurs du Soudan). Dans l'Assaba ces grès supérieurs sont généralement plus grossiers que dans l'Adrar ; ils sont nettement plus littoraux et présentent même, dans l'Affollé, une stratification entrecroisée remarquable. Des schistes lithologiquement comparables à ceux du Gothlandien les dominent, mais ils n'ont pas encore livré de Graptolithes. Ils sont couronnés par des grès à stratification concordante. Dans la falaise de Tichitt et dans le Sud de l'Affollé, on observe une abondance de plus en plus grande de venues doléritiques.

Hammadas et Couches de passage du Crétacé à l'Éocène. Les Hammadas de l'Ouest sont transgressives sur tous les terrains anciens. Elles recouvrent indifféremment le Cristallin, le Métamorphique ou le Primaire. Elles sont formées de calcaires, de schistes, d'argiles et de grès plus ou moins silicifiés. Celle de Tindouf se prolonge très loin dans le SW ; je l'ai suivie jusqu'au delà de Smamit où elle recouvre directement les gneiss, les schistes et les cipolins de la chaîne métamorphique. Toute la prétendue falaise siluro-dévonienne du Colonel Bouteil[1] est en

1. En Mauritanie. L'Afrique française, n° 10, 1935, suppl.

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

réalité une falaise hammadienne. Son âge crétacé supérieur ou tertiaire reste indécis et je n'ai recueilli que quelques faunes médiocres : Gastéropodes et Lamellibranches, encore indéterminées. Un lambeau de cette hammada existe à Tharzoumalet et il faut peut-être rattacher à celle-ci les formations de Tazadit appuyées contre la Kédiat Ijil, avec les brèches de Tourassine et même celles du Richate. Ces lambeaux seraient des jalons vers le continental d'âge indéterminé du Lemriyé nord. Les formations du Brakna méridional présentent une grande parenté lithologique avec les hammadas sahariennes de l'Ouest.

Golfes tertiaires. Celui du Sénégal paraît avoir commencé par une transgression crétacée supérieure ; il peut se prolonger plus ou moins loin sous les sables de Trarza. Il manifeste dès l'Éocène inférieur une tendance de plus en plus marquée à l'assèchement. A l'époque lutétienne il ne reste plus que quelques cuvettes où doivent périr des Nummulites d'espèces relativement peu variées mais extraordinairement abondantes. On ne sait rien de certain sur l'existence probable d'un autre golfe tertiaire au Rio de Oro.

Néogène et Quaternaire. Le Néogène et le Quaternaire sont caractérisés par des dépôts continentaux, saumâtres ou lacustres. L'extension de ces dépôts est très importante dans tout le Sahara mauritanien. Les faunes présentent au cours du Quaternaire un caractère lacustre de plus en plus précis (couches superposées à *Melania*, à *Planorbis*, à *Physa* et couches à Anodontes). De grandes dunes vives ou fixées masquent très souvent les formations en place et le problème se pose de savoir d'abord dans quelle mesure les sables constituants sont primitivement d'origine éolienne ou d'origine alluviale et ensuite comment la localisation des grandes dunes peut restituer dans une certaine mesure l'image des anciens thalwegs du ruissellement.

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

Sur l'interprétation tectonique du « Double Pli » Gaditan

par **Maurice M. Blumenthal** [1].

SOMMAIRE :

1. L'encadrement dans les pays voisins.
2. L'alternative de l'origine citrabétique ou bétique-ultrabétique des éléments subbétiques.
3. Considérations théoriques.

De notre exposé tectonique précédent [2], il résulte que les chaînes calcaires, de part et d'autre de l'étroit chenal de Flysch et de Trias, du Corridor de Boyar, montrent un style singulier que j'ai comparé à deux systèmes d'écailles qui s'affrontent en sens opposé (voir aussi Fig. 1). Ce style ayant été déduit d'observations dans un groupe de montagnes isolées, il est nécessaire de vérifier s'il existe une pareille opposition dans les régions limitrophes, afin d'étayer notre manière de voir et de faciliter l'explication du phénomène.

Je ne saurais suivre en détail les traces d'une zone analogue sur de longues distances ; une telle entreprise déborderait le cadre de ce travail et se heurterait de plus à l'insuffisance de nos connaissances actuelles. Toutefois, on peut déjà prévoir dans les secteurs voisins un même style, bien que plus effacé.

1. — *L'encadrement dans les pays voisins.*

Envisageons premièrement l'allure de la zone pénibétique à l'E de notre massif, puis au SW, enfin, les caractères du Subbétique d'Est en Ouest.

A hauteur de Grazalema, le système bétique subit une élévation d'axe (coupole de l'Endrinar) fidèlement traduite par la topographie. De toute évidence, l'atténuation des reliefs coïncide avec l'amincissement des couches calcaires sous la couverture de Flysch qui recouvre tout le pays à l'E de la structure de la Sierra del Endrinar (cpe 10, pl. XXXII in lit. 20). Bientôt les

1. Note présentée à la séance du 1er février 1937.
2. *B. S. G. F.* (5), VI, 1936, p. 511.

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

couches miocènes, postparoxysmales de la cuvette de Ronda recouvrent d'un manteau de mollasse calcaire les accidents tectoniques qui nous intéressent.

Les éléments calcaires déjà décrits à l'E du méridien de Ronda (10) trahissent le même style typique du Pénibétique : un front brusquement coupé et limité par des écailles auxquelles s'adosse ensuite vers l'intérieur (SE) une série d'ondulations anticlinales, souvent recoupées par des lignes anormales indiquant des imbrications secondaires.

Ce style général est brusquement interrompu du côté occidental de nos chaînes pénibétiques qui forment l'aile Sud du « double pli ». A l'W du méridien d'Ubrique, la série jurassique encore bien développée arrive littéralement à zéro, et un Flysch épais et très gréseux (série à Arenisca del Aljibe) détermine une allure structurale et un paysage tout différents (voir fig. 4). La région drainée par le haut Rio Majaceite est constituée par un vaste arc, assez complexe, qui fait face à la région triasique qu'entoure à l'W l'enclave de la Silla Alta décrite précédemment (20, p. 682) comme appartenant aux extrémités subbétiques. Cet arc du Rio Majaceite (M-M, fig. 4) trahit, d'après la disposition de ses accidents, une poussée dominante vers le NNE, c'est-à-dire en direction à peu près perpendiculaire par rapport à la disposition des écailles calcaires pénibétiques se terminant au méridien d'Ubrique. Nulle part — sauf le petit piton du Peñon de la Esquina et le Crétacé de la Sauceda — cette vaste région de Flysch ne montre de témoins de la série calcaire. Pour en retrouver les traces, il faut gagner la zone anticlinale plus interne (Cerro de la Fantasia). Ici l'alignement pénibétique s'est déjà incurvé vers le SSW, direction qu'épouse également dans son ensemble le bord externe du chaînon et que suit une zone mal définie représentant le prolongement du chenal de Trias-Flysch que nous avons appelé Corridor de Boyar.

Cette bande de Trias bousculé, courant entre Algar et les abords d'Alcala de los Gazules, presque selon le méridien, *sépare-t-elle ici pareillement deux complexes issus de mouvements différents* ? Si cela était démontré, les jeux décrits dans la région de Grazalema prendraient une signification plus générale. Et, en vérité, tout porte à croire que cette opposition se poursuit sous une forme plus ou moins modifiée.

Déplaçons-nous au delà de la bande du Trias mentionnée ci-dessus et considérons l'arc immense de l'*anticlinal Sierra de las Cabras-Sierra de la Sal*, situé au S du Rio Majaceite près de Tempul. Nous le dénommerons par abréviation l'*arc de Tempul*.

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

Constituant dans cette transversale le premier élément du Subbétique, il rend compte par sa convexité et son flanc plus incliné du côté extérieur, d'une poussée orientée au NE, donc conforme à l'arrangement du Flysch dans l'arc du Majaceite. *Cette direction n'est donc pas en harmonie avec la poussée directrice qui ordonne le pays pénibétique plus interne*, poussée qui est orientée ESE-WNW ainsi que le démontre l'énorme faîte anticlinal qui se poursuit de la courbure du système pénibétique (Cortes de la Frontera) jusqu'aux abords de la route d'Algeciras-Alcala de los Gazules (v. le noyau jurassique marqué PL, fig. 4). Nous en déduisons donc qu'une zone de Trias, incurvée vers le S et comparable au Corridor de Boyar, (bien que moins nettement définie et s'oblitérant localement) délimite un Subbétique situé à l'extérieur de l'arc pénibétique ; et celui-ci n'a plus tendance à obéir aux lignes directrices visibles dans les chaînes intérieures de la même zone. Cette disposition évoque l'individualité du Subbétique déjà soulignée dans la transversale de Grazalema-Ubrique. Les changements de la direction de poussée attestent un régime spécial qui apparaît aussitôt qu'on avance en plein domaine du Trias marno-lagunaire.

Seuls quelques témoins du type subbétique épars entre l'arc de Tempul et le complexe liasique d'Ubrique-El Bosque pourraient étayer rigoureusement notre hypothèse d'une certaine individualité du Subbétique par rapport aux éléments plus internes. Sur un court tronçon, le Flysch y semble relier sans limite tranchée le côté subbétique avec les grès de l'arc de Majaceite, ce qui implique, sans doute, une étroite cohérence transversale entre éléments pénibétiques et subbétiques. Toutefois, il existe au NW du village d'Algar une arête de Lias, l'*Arrenayosa*, dont les corniches de dolomie ou de calcaire massif blanc font face au Sud et indiquent une légère incurvation vers le SSE. L'on est peut-être en droit de voir dans ce trait une reproduction très atténuée de l'arrangement tectonique de la Sierra del Pinar. Somme toute, le coup d'œil vers le SW nous montre qu'au delà de la zone pénibétique, partiellement déjà en deçà — lorsque la série gréseuse du Flysch surmonte directement le Trias gypso-marneux (arc du Majaceite) — *un déséquilibre dans l'ordonnance du plissement s'accentue* et que celui-ci s'avère plus dans une poussée plus ou moins opposée à celle qui prédomine à l'intérieur de la chaîne entière. Il en résulte donc une *sorte de réplique tectonique de l'allure qui apparaît dans les deux blocs à hauteur de Grazalema*.

Si l'on examine les îlots calcaires subbétiques dans un rayon

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

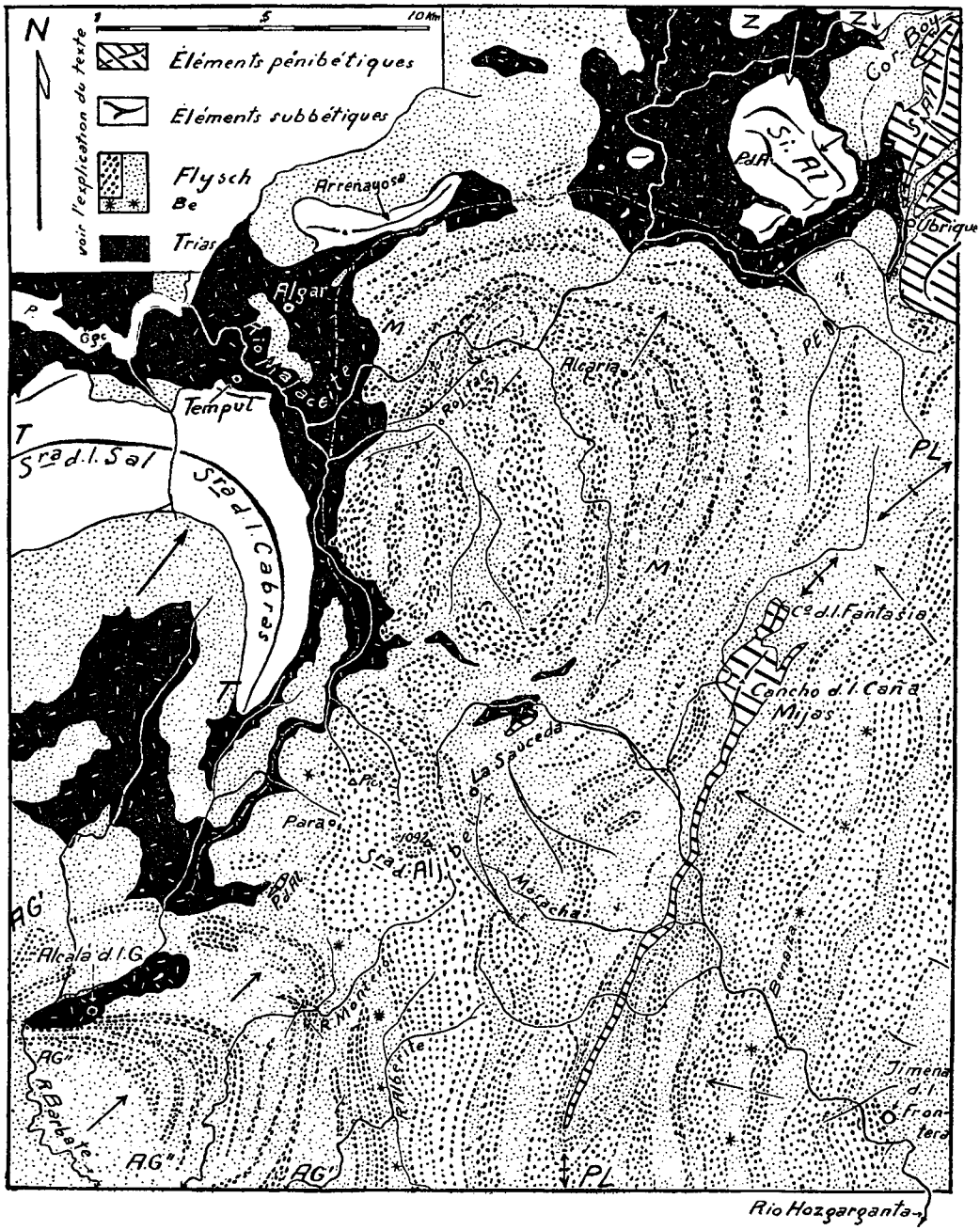


FIG. 4. — CROQUIS TECTONIQUE DES ABORDS PÉNIBÉTIQUES ET SUBBÉTIQUES ENTRE UBRIQUE ET ALCALA DE LOS GAZULES.

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

plus étendu autour de notre complexe [1], il est difficile de préciser le style tectonique surtout profond, de ces montagnes en forme de klippe. Pourtant le déversement vers l'extérieur domine fréquemment. Ainsi les écailles constituant les montagnes au NW et au N de *Prado del Rey* (Sierra del Pajareto, Sierra del Buho et Sierra de Santa Lucia) font face à l'extérieur. Le même style s'avère pour le voisin le plus proche et le plus volumineux de nos complexes, la *Sierra de Lijar* dominant le village d'Algodonales. Celle-ci a l'air de consister en une masse épaisse de Lias qui pince à sa base N du Crétacé marneux, présentant donc une allure inverse de celle du bord déjà décrit de Zahara.

1. Voir les cartes en lit. 12 et 14 et la belle carte au 1/100.000e levée par le spécialiste andalou bien connu, M. J. Gavala : « Mapa Geologico de la Provincia de Cadiz », Madrid 1924, Inst. Geol. [cette carte n'a pas été mise en vente].

Légende de la fig. 4.

Abréviations :

Termes tectoniques : AG'-AG' et AG''-AG'' = Arcs d'Alcala de los Gazules (extérieur et intérieur).

Cor Boy = Corridor de Boyar ;
M-M = Arc de Majaceite ;
M L = Noyau calcaire (crétacico-jurassique) de l'anticlinal pénibétique principal ;
Si Al = Enclave de la Silla Alta ;
T-T = Arc de Tempul ;
Z = Écaille de Zafalgar (bord) ;
Be = Zone nummulitique de Benaiza entourant l'anticlinal s'affaissant vers le Sud ;
PL = Anticlinal principal de la zone pénibétique (prolongement de la Sierra de Libar).

Topographie : Alcala d. l. G. = Alcala de los Gazules ;
P. d. A. = Pico del Adrion ;
Si. Al = Silla Alta ;
P. d. Al. = Peñas de Almed ;
P. E. = Peñon de Esquina (de Merino) ;
P. Gac. = Pantano de Guadalcacin ;
Pic = Picado ;
Para = Chozas de Parra.

Explication des figurés :

Les éléments péni et subbétiques comportent la série jurassico-crétacique ; les lignes incurvées dans le Subbétique indiquent leurs arêtes.

Pointillé (fin) = Flysch en général embrassant des sédiments entre le Crétacé supérieur et l'Éocène supérieur ; la participation de l'Oligocène est probable mais non certaine.

Pointillé (gros) = Arenisca del Aljibe : les séries où les bancs gréseux prédominent sont schématiquement rassemblées en zones.

Lignes à traits-points = Démarcation entre les zones péni et subbétiques qui se réunissent à hauteur d'Alcala de los Gazules.

Les flèches indiquent la direction de la poussée tangentielle, telle qu'elle se déduit de la structure locale ou du secteur contigu.

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

Du côté oriental de notre bloc subbétique, au delà du Guadalete supérieur, le régime de klippes devient prédominant. Néanmoins celles qui entourent le village pittoresque d'El Gastor sont assez assimilables aux unités subbétiques de l'aile nord de notre « double pli » ; comme le grand bloc de Lagarin serait une portion tranchée et bouleversée dans le Trias, continuant primitivement l'écaille de Zafalgar, tandis que la chaîne du Malaver, située plus au SE aurait des relations avec la Sierra del Pinar. Ceci n'est qu'un aperçu, car il faudrait un lever précis de ces régions pour pouvoir aboutir à des conclusions concrètes.

Après une interruption considérable, la région de Pruna-Olvera, qui a déjà fait l'objet d'une étude de l'auteur (10), forme un ensemble de témoins et de chaînes allongées dont le trait principal a été conçu comme dérivant de structures fortement poussées au N (p. 199). Seul le gros bloc dolomitique du Peñon de Algamites n'obéit pas au même style : son front étant plutôt tourné au SW. Et, en vérité, la longue arête de la Sierra del Tablon qui répète la série litée de l'écaille de Zafalgar n'aurait pas théoriquement à subir de réarrangement profond pour réaliser une structure chevauchant sa base méridionale (10, fig. 3, prof. 4), donc pour pouvoir être assimilée au style « antibétique ».

Arrêtons ici le coup d'œil vers le Subbétique plus oriental ; qu'il nous suffise de noter que, dès cette transversale de Pruna-Olvera, les indications de flancs méridionaux éliminés ou d'imbrications faisant face au S se succèdent encore à maintes reprises. L'exemple le plus suggestif en est fourni par la *Sierra Arana* décrite par P. Fallot en collaboration avec l'auteur (32), puis par son prolongement plus ou moins défini vers l'E dans les Provinces d'Almeria et de Murcie (v. Fallot, lit. 24, région de Velez Rubio et lit. 33).

De cette récapitulation hâtive de ce qui s'observe vers le S et vers l'E, retenons un fait essentiel : *La poussée unilatérale et générale vers l'extérieur* de l'arc bétique que trahissent les unités pénibétiques si rigoureusement déplacées et imbriquées vers le N *n'est plus uniquement exprimée dans les plissements de la zone subbétique.* Bien que dans certains secteurs règne un arrangement en plis et écailles à déversement prononcé et naturel vers l'extérieur (ex. : les régions de Cabra-Priego, etc...), *dans d'autres, d'extension plus réduite, se répètent avec constance les témoignages de forces agissant en sens opposé.* Ceci a lieu principalement dans la zone la plus interne du Subbétique, c'est-à-dire dans celle qui s'allonge à l'extérieur de la grande coupole

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

de Trias extravasé de la zone d'Antequera ou de son prolongement atténué. Cette distribution, en dépit d'une individualisation propre à chaque secteur, suggère l'idée *d'une cause mécanique commune* pour l'ensemble du phénomène.

Le secteur des montagnes de Grazalema, qui nous occupe spécialement en représente un développement volumétrique exceptionnel, puisqu'il s'agit, comme on l'a vu, de grandes écailles ou même de nappes. Cette puissance de l'effort antibétique en pays gaditan nous oblige toutefois à nous demander si ces structures ne diffèrent pas par leur essence des autres refoulements antibétiques, et si elles ne résultent pas de *lambeaux de nappes venues du S plongeant au N et superposées à une série pénibétique* qui serait la série autochtone et sous-jacente. Cette objection que le lecteur aura, sans doute, formulée dès notre premier mémoire mérite l'examen que nous allons faire ci-dessous.

2. — *L'alternative de l'origine citrabétique ou bétique-ultrabétique des éléments subbétiques.*

J'ai résumé brièvement (20, p. 684) les raisons qui s'opposent au rattachement de nos unités subbétiques à un pays de racine lointaine (bétique ou ultrabétique), situé dans l'intérieur des Cordillères. Précisons ce point.

On pourrait chercher l'origine de ces nappes dans le massif ancien de Malaga qui chevauche les Rondaïdes au delà du Rio Guadiaro et qui, après l'enfoncement de leurs dolomies, bute contre les plis pénibétiques en se superposant à eux (v. 4 et 6). Ce bâti ancien est orné à sa marge extérieure d'une chaîne liasique à travers laquelle le Flysch éocène pénètre transgressivement comme dans le bâti ancien du Rif. Ce Flysch se retrouve aux abords de la Méditerranée (à comp. fig. 1) et recouvre le Cristallin et le Paléozoïque du Bétique de Malaga. Ainsi le montre la Hoya de Malaga (3, p. 150). Une formation transgressive analogue et à laquelle la participation du Flysch crétacé ne changerait rien en principe, entoure le complexe subbétique entre Zahara et El Bosque et traverse le corridor de Boyar, comme on l'a vu précédemment. Bien que ce Flysch ne participe pas directement aux écailles subbétiques, sa cohérence avec leur Crétacé (marge septentrionale) montre qu'il a participé aux mouvements principaux qui ont provoqué l'imbrication des structures décrites. Il faut donc conclure que le Flysch, traîné et disloqué par les mouvements et par l'érosion, recouvrait non seulement les formations du pourtour des écailles, mais enveloppait

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

les structures qui font saillie aujourd'hui. Il ne saurait être question de le considérer comme subordonné à des fronts plongeant vers le Nord : ceux-ci n'existent pas, au contraire, le Flysch de Zahara recouvre normalement la série crétacico-liasique qui se continue vers le Rio Guadalete au Nord et forme la couverture normale relativement peu disloquée du Trias. Ce Trias lui-même est de caractère citrabétique puisqu'il se relie aux formations autochtones du bassin du Guadalquivir. *Ainsi ces parties septentrionales des massifs ne sont point des éléments flottants entièrement sur le Flysch, mais représentent les racines des écailles.*

Ce même Flysch se continuant vers le Sud nous interdit de relier les écailles subbétiques au bâti malagais. Selon toute probabilité ce Flysch, qui est une formation préparoxysmale, tapissait entièrement la surface ancienne d'où les sédiments mésozoïques avait déjà disparu, pour la majeure partie, avant son dépôt. Comment serait-il donc possible d'enraciner les écailles subbétiques dans ce bâti ancien, tapissé d'une formation qui est beaucoup plus jeune que la masse principale des témoins en en question ? Impossible. Si l'on voulait à tout prix imaginer une origine méridionale des masses, il faudrait donc que le mouvement soit antérieur au Flysch, ce qui est contraire à la date des paroxysmes et qui ont provoqué au N l'imbrication des écailles (à comp. fig. 5).

Sauf cette impossibilité de faire venir les écailles subbétiques du Sud, c'est-à-dire du dos bétique — ce qui, du reste, s'appliquerait à toute la zone si étendue du Subbétique — *la position relative des unités en question* ne serait pas en harmonie avec un rattachement vers le Sud. En effet, on constate que le massif ancien avec sa marge de calcaire et de dolomie liasique s'enfonce vers l'W et disparaît sous le Flysch du Campo de Gibraltar ; en même temps disparaissent les plis pénibétiques, tandis que dans la zone subbétique, les structures, bien que réduites en volume, *continuent vers l'WSW* et se terminent par le Cerro el Berrueco aux abords de Chiclana près de la côte atlantique. Le même argument s'applique donc ici : le Flysch *recouvrant* en entier les sédiments plus anciens, *élimine l'hypothèse du rattachement* des témoins subbétiques à des racines qui ne pourraient pas se trouver au-dessous de son manteau uniforme.

Du reste, ce Flysch situé à l'W de la terminaison du Bétique comporte une tectonique qui n'est point en accord avec la position qu'il aurait, en tant que formation recouvrant le dos enfoncé du bâti ancien de Malaga. Plus on s'approche du Détroit, plus s'y présentent des plis rappelant dans leur désordre le

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

régime qui est de règle sur un soubassement de Trias lagunaire. Des anticlinaux, faisant face au Sud ou à l'Est, naissent et compliquent le jeu des plissements dans la courbure de Gibraltar (v. 30).

Le défaut d'harmonie dans les unités subbétiques et pénibétiques mis en évidence par les notes précédentes, la disposition des éléments tectoniques du N et du S de notre secteur, leurs relations avec le Flysch, sont donc des raisons concordantes en faveur de l'hypothèse qui est proposée ici. Quelque particulière qu'elle paraisse, elle explique mieux que les autres les accidents de part et d'autre du Corridor de Boyar.

Puisque nous démontrons l'impossibilité d'une provenance lointaine du Subbétique, nous ne pouvons admettre la manière de voir qu'a proposée M. R. Staub dans une synthèse récente sur les Cordillères, bien qu'elle soit infiniment séduisante et ingénieuse (19). Notre confrère rattache le Subbétique au noyau bétique de Malaga, tandis que les Rondaïdes sont mises en relations avec une unité non confirmée dans l'W de l'Andalousie, appelée par M. Staub la grande nappe de Murcie. Ce serait de cette unité que dépendrait la zone pénibétique. Les deux complexes, Pénibétique et Subbétique, auraient atteint leur position actuelle, dans cette hypothèse, par un décollement général. Mais on est obligé de noter qu'aucune observation du terrain ne peut être alléguée en faveur de cette interprétation, au moins en ce qui concerne l'Ouest de l'Andalousie.

Il reste à examiner si les relations stratigraphiques ne seraient pas en faveur de l'idée que nous venons de repousser. Nous l'avons négligé jusqu'à ce point, son importance étant inférieure aux réflexions tectoniques imposées.

Il est juste de reconnaître qu'il y a certaines ressemblances entre le développement du Lias dans les écailles subbétiques d'une part et dans la zone bordière du bâti ancien (notre Pénibétique interne (4, p. 10)) d'autre part.

C'est quelque peu à l'extérieur du socle paléozoïque, au Rio Genal, que des pointements isolés d'un Lias « tabulaire » (Plattenkalk), rose ou blanc, apparaissent. Ils sont souvent noduleux et donnent une faune du Sinémurien-Hettangien. On est enclin à comparer ces couches, au moins lithologiquement, avec certains niveaux du Lias tabulaire ou marno-calcaire du Nord. Mais là, le Lias inférieur est dolomitique dans la série basale, alors que les faciès noduleux n'appartiennent, dans la Silla Alta, qu'au Toarcien-Aalénien. Ainsi la comparaison des Lias n'établit pas de concordance satisfaisante.

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

Ailleurs, au Sud, sur le soubassement ancien (chaîne de Casares-Benadalid), la série liasique est principalement dolomitique et se termine par des calcaires blancs massifs. Ces faciès et leur position relative coïncident assez avec ce que montrent les écailles de Pinar et de Zafalgar. Mais c'est alors les faciès du Trias qui sont sensiblement différents. De toute cette comparaison, ne peut être déduit aucun argument décisif : les traits variables du Lias se retrouvent au Nord et au Sud ; les traits essentiels, par contre (faune, développement du faciès marneux), sont différents. Des résultats analogues découleraient de la comparaison entre les faciès du Crétacé.

Ces considérations tectoniques et stratigraphiques nous obligent donc à écarter l'idée d'une racine lointaine « bétique » de nos écailles subbétiques. *Celles-ci ne représentent pas des débris de fronts plongeants et s'enracinent donc là où leur pendage dominant le montre clairement.*

A plus forte raison doit-on nier leur origine ultrabétique, c'est-à-dire leur venue d'au delà du Bétique de Malaga où les flots de la Méditerranée éliminent tout contrôle. L'arrangement des plis dans la courbure de Gibraltar nous interdit d'ailleurs de situer plus au Sud une grande zone de racines qui n'aurait aucune continuité vers l'Ouest dans le Campo de Gibraltar.

Arrivés donc à la conception de deux complexes structuraux, de caractère citrabétique, se faisant face l'un l'autre dans notre transversale, il nous reste à chercher une explication théorique de cette disposition particulière.

3. — *Considérations théoriques.*

Le tracé entier des Cordillères bétiques et principalement l'allure de leurs zones internes démontrent indubitablement que le grand refoulement du plissement a été dirigé de la Méditerranée vers le bloc plus ou moins stable de la Meseta ibérique. Il est évident que ce flux de forces orogéniques a régi le plissement entier qui affectait le paquet de sédiments du bassin formant avant-pays des nappes plus internes. Cet état de choses se trouve particulièrement vérifié selon la transversale où l'intensité de ces forces a été maximum. Et cette transversale se situe des abords de la Méditerranée à la coupole de la Sierra Nevada aux abords de la Meseta, le long du Guadalquivir et du Guadalimar où les écailles autochtones entre Cazorla et Alcaraz sont encore fortement déversées sur le talus de la Meseta. Ainsi, lorsque le refoulement semble indiquer des efforts opposés à la poussée principale, ce n'est que par le jeu de mouvements secondaires. J'ai employé,

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

en 1933 (9), pour ces effets l'expression de *poussée* ou de *plis antibétiques*, étant entendu que ces accidents bien qu'ils semblent uniformes peuvent être dus à des actions ou forces complexes.

Presque tous ces plissements désordonnés se situent surtout dans la région où règne le faciès germano-andalou du Trias. Ils sont tous situés à l'extérieur de la zone d'Antequera ou de son prolongement, zone particulière qui représente le premier jaillissement — en venant du Sud — de ce faciès gypso-marneux du compartiment subbétique. En outre, ces plissements antibétiques se sont formés de préférence dans les lieux où la série mésozoïque-calcaire apparaît tronçonnée en blocs ou massifs isolés. Il en résulte une distribution sporadique que nous avons soulignée auparavant. Ce n'est que dans la Sierra Arana, au NE de Grenade et vers Velez Rubio que ces plis, poussés au Sud, s'ordonnent en chaînes plus étendues.

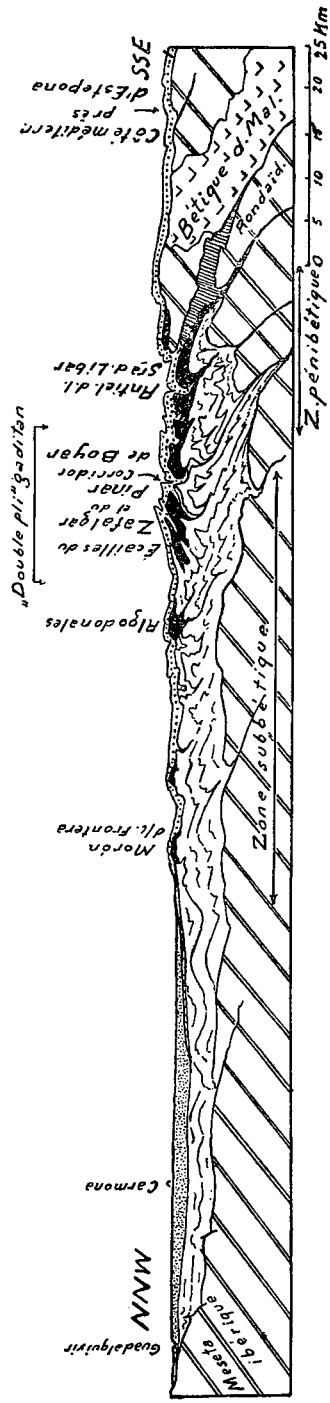


FIG. 5. — SCHÉMA POUR SITUER LE « DOUBLE PLI » GADITAN DANS LA TRANSVERSALE DES CORDILLÈRES BÉTIQUES OCCIDENTALES.
Explication : Les *barres obliques* représentent le soubassement ancien, soit le tréfonds ibérique, soit la masse bétique de Málaga charriée. L'épaisse masse du Trias cibabétique remplit, entassée en plis désordonnés, le fossé subbétique ; dans celui-ci les éléments sub- et pénibétiques sont figurés en *Noir*, formant tantôt des témoins isolés, tantôt des écailles, constituant le « double pli » gaditan. Au S, s'insère entre le Bétique de Málaga avec son corps, largement substitué par l'intrusion péridotitique (*crochets*), l'unité des Rondaïades (*hachures obliques*). L'ensemble est recouvert par le Flysch (*pointillé*) qui s'introduit entre les différentes unités et recouvre le dos du Bétique malagais, au fond duquel un liséré de chaîne calcaire (*noir*) fut respecté par l'ablation précédant le Flysch.

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

C'est ainsi qu'on est conduit à la conclusion que la présence de l'*immense dépression subbétique remplie d'une épaisse série triasique marneuse à intercalations de dépôts gypso-salins, joue un rôle décisif* dans la répartition des mouvements qui ne sont pas en harmonie avec le sens normal des poussés bétiques. Cet entassement de sédiments facilement mobiles, se déplaçant à la moindre force orogénique ou grâce à des épigenèses réalisées dans leur propre masse est surtout impressionnant sur la transversale du Guadalete. Des plis pénibétiques, jusqu'aux abords de la Meseta, au delà du Guadalquivir, une largeur de plus de 100 km. est occupée par ces dépôts salino-lagunaires recouverts largement de sédiments néogènes du bassin du Guadalquivir. Bien que nous ne sachions rien de précis, l'épaisseur de ce remplissage de Trias doit être considérable. En effet, malgré l'intensité du plissement, nul soubassement ancien n'apparaît. S'il s'agit d'un bassin d'affaissement lent et régulier, il acquiert probablement vers ou au delà de son axe sa plus grande profondeur, dont la localisation peut coïncider — tenant compte du refoulement beaucoup plus fort au Sud — avec la région où s'enfoncent nos écailles subbétiques.

Sur ce vaste entassement de sédiments mobiles, la force tangentielle agit à diverses reprises. Nous ne sommes pas encore capables de définir avec toute la précision désirable les phases successives, et encore moins les épisodes précurseurs : les érosions ont, en effet, laissé une série stratigraphique assez incomplète. Toutefois on l'a vu, des indices montrent dans la zone subbétique que ces forces ont agi par places dès le Crétacé inférieur, provoquant peut-être des distensions régionales par une extravasion lente du complexe triasique, ce qui eut pour résultat de tronçonner les masses calcaires secondaires et de leur donner une certaine individualité mécanique. Il est probable que plus tard le paroxysme alpin a refoulé vers l'extérieur une série ainsi préalablement tronçonnée.

Le développement mécanique du phénomène du refoulement le plus simple implique que la poussée s'amoindrit dans le matériel plus ou moins homogène et s'amortit sans produire de réactions lointaines. D'autre part, on peut prévoir que dans certaines conditions, une force dirigée provoque au fur et à mesure qu'elle se propage, des contre-poussées d'une envergure variable, causées par *une résistance définie*. Cette résistance peut avoir des causes variées [1]. Elle peut avoir sa raison dans une résistance

1. Je ne parle ici que pour mémoire de la complication qui a dû résulter d'un défaut de synchronisme entre l'action des forces orogéniques essentielles et la réaction retardée par la plasticité de certaines masses.

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

réelle comme un môle ou un tréfonds qui par sa propre rigidité s'oppose à la poussée; ou, d'autre part, il se peut aussi que ces contre-poussées résultent de *mouvements différentiels, nés dans le matériel par le jeu des sédiments de plasticités différentes.* Les deux effets créant des forces opposées, il en résulte, à la surface d'une masse animée d'un mouvement général dans le sens dominant, des replis à un certain degré superficiels et de direction quelconque.

Avant d'appliquer ce cas à notre transversale, évoquons quelques exemples de plis en arrière, d'envergure et d'origine d'ailleurs très variables. On connaît, dans les Alpes, de ces vagues repliées en arrière, de proportions volumétriques presque incroyables ; je pense aux surcompressions qu'a admises M. E. Argand dans les Alpes penniques, surtout cottiennes, pour expliquer ce système de grands replis nés dans le dos de la nappe du Saint-Bernard (nappe IV) déversés, dans leur totalité, sur environ 50 km. de largeur, vers l'Italie (29). Cet étrange phénomène structural, se retrouve, en proportions réduites, sur de longues distances dans les Alpes pennines. La nappe de la Suretta, dans les Grisons, « peignée en arrière » sur son dos, dans sa carapace de Trias-Cristallin, en fournit un autre exemple impressionnant.

Les Alpes orientales présentent un cas différent dans le bord extérieur des Alpes bavaroises. Tandis que le môle, dans les Alpes pennines, est formé par les massifs anciens hercyniens, le butoir est représenté ici par l'empilement de l'avant-pays charrié où se trouve le Flysch ultra-helvétique butant de son côté contre la zone subalpine mollassique et se superposant à elle. Des charriages locaux font face, au Sud dans les chaînes, à l'W d'Oberammergau, alors que tout est, dans ce pays, charrié vers l'extérieur.

Les auteurs, qui ont étudié à fond ces chaînes, MM. Kockel, M. Richter et H. G. Steinmann (35) ont expliqué ces phénomènes par l'effet de la poussée vers le vide (*Hohlraumwirckung*) ce qui veut dire que la poussée en arrière a été favorisée par la présence d'un matériel moins résistant au Sud, ainsi qu'accessoirement par des accidents anciens (failles précénomaniennes).

Mais les conditions structurales et celles du matériel de ces régions des Alpes diffèrent essentiellement de la cuvette subbétique et de son Trias mobile. A cet égard la comparaison avec une autre région, la zone subalpine de la Provence et du Dauphiné, est beaucoup plus justifiée.

On sait que M. J. Jung (35) a donné une explication lucide de l'origine des plis en retour qui, dans le Diois et dans les Barro-

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

nies, font partie des chaînes généralement incorporées à la poussée alpine vers l'Ouest, mais qui sont repliées en arrière. Ce refoulement en sens opposé y dépend surtout de deux facteurs que nous devons également mettre à l'épreuve dans la transversale subbétique. L'un est la composition du complexe stratigraphique, l'autre est le tréfonds des formations anciennes de l'avant-pays. Si j'interprète bien notre confrère, il attribue les plis en retour dans une zone interne de ce pays au mouvement différentiel provoqué dans le bloc sédimentaire. Celui-ci est composé de deux unités sédimentaires de réactions mécaniques différentes : un complexe basal rigide, qui transmet l'effort avec une faible déperdition d'énergie, et l'autre au-dessus, représenté par une succession plastique, une série marneuse, amortissant l'énergie. A l'occasion de la poussée tangentielle, un mouvement différentiel en résulte. Le compartiment supérieur répondra au mouvement dirigé par la création de plis en retour, tandis que le substratum s'avancera en agissant par une sous-poussée lente.

Le même effet combiné avec ce mouvement différentiel peut, si le flux est arrêté par déferlement sur un môle, provoquer pareillement un pli positif (vers l'extérieur) et un pli négatif (vers l'intérieur).

Cherchant à appliquer ces principes acquis là où le Trias ressemble beaucoup à celui de la zone subbétique, nous trouvons quand même, malgré les coïncidences, des conditions assez différentes. L'analogie n'est qu'approximative.

Premièrement, en Andalousie, la disposition relative des complexes est inverse. Les sédiments plastiques (Trias gypso-marneux) occupent la base du dispositif, alors que la série rigide, le Lias épais, en fait la couverture. En ce qui concerne la présence d'un tréfonds, nous sommes mal renseignés ; l'Andalousie est trop éloignée du bord de la Meseta. Celle-ci d'ordinaire considérée comme « Horst », peut s'enfoncer soit par la grande faille du Guadalquivir, soit par une série de dislocations de moindre importance à des profondeurs considérables et avoir au premier jugement peu ou pas d'influences quant à sa répercussion sur le caractère du plissement. Nul indice n'est connu permettant de supposer un relèvement sous le Trias de la cote du tréfonds. Bien que des considérations analogues au point de vue des mouvements différentiels s'appliquent dans notre transversale comme dans la chaîne subalpine, l'arrangement en diffère, de sorte que nous devons modifier sensiblement l'explication de nos plis en retour ou écailles antibétiques.

Nous supposons l'ancien bâti bétique tranché profondément

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

et subdivisé en unités zonales qui à une certaine profondeur se comportent comme plis de fond du type cassant. Ce bloc et surtout les éléments extérieurs progressent pendant le paroxysme alpin vers le bassin de leur avant-pays qui est rempli de l'épaisse série sédimentaire (fig. 5). Le point d'application de la poussée est relativement profond, tandis que le point de la résistance opposée est relativement haut, puisqu'il est représenté par le talus de la Meseta ibérique. Ainsi les sédiments de l'avant-pays sont pour ainsi dire *chassés sur le talus hercynien.*

Cet amas sédimentaire, à dominante marno-gypseuse dans la portion que lui impose son caractère mécanique, est *soumis à l'influence de deux forces.* L'une est la composante horizontale, le flux vers l'extérieur, l'autre est une composante verticale qui est fonction de la plasticité des sédiments triasiques *qui tendent à s'extravaser* vers le haut. Ces sédiments gypso-salins forment des noyaux ascendants qui crèvent la couverture rigide et qui, probablement, l'avaient déjà tronçonnée par des mouvements précurseurs (31) en soulevant encore plus les tronçons isolés de façon que certaines zones prédestinées montrent un effet plus prononcé de la composante verticale que de la composante horizontale... Ces gâteaux rigides de Lias sont alors ballottés sur des coupoles de Trias comme des radeaux. Le Trias culbuté et trituré *se déverse selon la répartition des résistances dans des directions diverses*; là où la poussée bétique est la plus forte — ce serait dans la zone d'Antequera — *il déferle vers le Sud par le jeu de sous-charriages des plis pénibétiques,* ceux-ci ne subissant qu'à un degré moindre l'influence de la composante verticale active surtout dans le domaine subbétique.

C'est par un tel mécanisme que l'on pourrait expliquer la tectonique le long du Corridor de Boyar, où les différents éléments auparavant décrits se présentent comme résultant d'un certain heurt entre corps opposés. D'ailleurs, les extravasions triasiques elles-mêmes se disputent la place et seront resserrées par la pression orogénique. Ainsi la large zone d'Antequera est réduite vers l'Ouest à la bande relativement étroite du Corridor de Boyar. La couverture mésozoïque, par contre, s'imbriquant face au Sud par sous-charriage, montre un accroissement de son déplacement partout où, par des actions antérieures, une poussée vers le vide — la « Hohlraumwirkung » des auteurs allemands ci-dessus évoquée — facilitait le rayon de l'action en sens opposé (par exemple l'enclave de la Silla Alta progressant loin vers le Sud).

Nous avons attribué un rôle prédominant au bombement du

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

Trias dans l'arrangement des divers tronçons de la couverture calcaréo-dolomitique. D'autre part, on peut aussi penser que la rigidité des blocs jurassiques a joué un rôle important. Ces blocs ont dû résister au mouvement ou ne se mouvoir qu'irrégulièrement sur leur soubassement mobile qui a rejailli sur leur pourtour comme nous en avons relevé la preuve en divers endroits.

Il n'est dès lors plus possible de démêler la part de chacune des composantes dans ce mouvement complexe. Néanmoins, nous croyons donc caractériser l'évolution de la tectonique sur notre transversale en admettant que *les déversements vers le Sud sont l'effet d'une sous-poussée soulignée par la composition du matériel tendant continuellement à l'extravasion dans le bassin subbétique.*

Nous arrivons ainsi à des conclusions très semblables à celles que M. M. Gignoux a mises en évidence en forme d'interrogation quand il demande, au sujet des raisons de l'extravasion du sel dans sa belle étude sur la tectonique des terrains salifères (34) : « Pourquoi ne pas admettre que ces deux causes, plasticité et légèreté, ont pu agir simultanément l'une et l'autre prédominant suivant les régions? ». Nous y ajoutons, du reste, avec notre confrère, comme facteur prédominant — à défaut du sel visible dans le cas de l'Andalousie — l'*action impulsive de la poussée orogénique* qui déclenche le jeu des autres et leur donne l'énergie et la continuité.

Ce serait encore augmenter la part des hypothèses que d'introduire la notion d'une poussée active venant du côté de la Meseta, ou du moins de l'avant-pays extérieur. Il convient néanmoins d'examiner quels indices nous fourniraient les observations.

Sur notre transversale, dans les parages les plus extérieurs du Subbétique, aux abords de Moron de la Frontera, de forts plissements embrassant Trias-Crétacé et Tithonique peuvent encore être enregistrés. Au delà, le manteau néogène interdit de voir les dislocations s'amplifiant peut-être — ou diminuant? — à l'approche du vieux bord de la Sierra Morena. Ailleurs, pourtant, où le long du bloc ibérique le flux alpin s'est propagé le plus près de la Meseta, ce qui est le cas surtout dans les contrées à l'E de Jaen, les observateurs (Douvillé, Fallot, Brinkmann et Gallwitz) n'ont constaté aucune influence active du bloc au Nord. Les deux auteurs allemands cités (22) font ressortir précisément que plus on s'éloigne de la Meseta, plus les dislocations dans le Trias augmentent et que là où le plissement envahit les

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

avancées du socle ibérique (région du haut Guadalimar, Alcaraz), *la poussée vers l'extérieur* est excellemment soulignée par une imbrication forcée de la série jurassique.

Mais l'absence de traces de poussées venues du Nord le long du Guadalquivir, ne peut pas être tenue pour décisive pour les extrémités des Cordillières. En effet, vers le détroit de Gibraltar, peut régner une autre distribution des résistances profondes qui y compliqueraient le jeu du plissement. Sans entrer ici, à la fin de nos considérations, dans l'analyse tectonique de ces régions, il faut y souligner la diversité de l'arrangement des plis sur laquelle j'ai déjà insisté (30). Ils tendent à opposer leur arc à l'arc rifain Ce ne sont là que des plis apparemment assez superficiels, embrassant surtout le Flysch supérieur et gréseux. On est privé de toute observation précise permettant de dire si ces plissements, qui sont situés à l'extérieur de la courbure même, obéissent à une tectonique profonde. Vu les déductions qui font l'objet de ce chapitre, on serait tenté de le nier. Néanmoins, le rapprochement des deux continents, Meseta ibérique et Meseta marocaine n'exclut pas du tout l'existence d'une tendance active à resserrer le fossé de la Téthys.

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE ADDITIONNELLE[1].

29. Argand, E. — Sur l'Arc des Alpes occidentales. *Eclogae geol. Helv.*, vol. XIV, p. 145-191, 1916.

30. Blumenthal, M. — Antibetische Falten im Gibraltarbogen. *Geol. Rundschau*, Bd. XXVI, p. 424-429, 1935.

31. Blumemthal, M. — Le matériel stratigraphique du « double pli » gaditan. *Bull. Soc. Géol. de France*, 5e série, t. VI, p. 511.

32. Blumenthal, M. et Fallot, P. — Observations géologiques sur la Sierra Arana entre Grenade et Guadix, *Mem. Soc. Esp. d'Hist. Nat.*, t. XVII, p. 1-74, 1935.

33. Fallot, P. et Bataller, R. — Observations géologiques sur la région de Velez Rubio (Prov. d'Almeria). *CR. Ac. Sc.*, t. 187, 1928.

34. Gignoux, M. — La tectonique des terrains salifères ; son rôle dans les Alpes françaises. *Livre Jubilaire Soc. Géol. de France*, p. 329-360, 1930.

35. Jung, J. — Rapports des plis alpins et des plis pyrénéens dans les chaînes subalpines méridionales. *Ann. de l'Univ. de Grenoble*, N. S., t. VI, 1929,

36. Kockel, C. W., Richter, M. et Steinmann, H. G. — Geologie der Bayerischen Berge zwischen Lech und Loisach. *Wissensch. Veröffentlich. d. D. u. Oe. Alpenver.* 10, p. 1-231, 1931.

1. Cette liste continue celle de la Lit. 31.

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

GENÈSE DE ROCHES SÉDIMENTAIRES BRÉCHOÏDES PAR « INTRUSION ET ÉCLATEMENT »

PAR **Maurice Gignoux** ET **Moshè Avnimelech** [1].

PLANCHE I.

Les géologues alpins rencontrent constamment des roches bréchoïdes : les unes sont de véritables *brèches sédimentaires*, formées soit par d'anciens éboulis continentaux, soit par des écroulements de talus sous-marins (sédimentation « géosynclinale » des bords de cordillères en mouvement) ; d'autres sont des *brèches tectoniques*. Parfois enfin, le long d'une surface de *discontinuité stratigraphique*, le sédiment supérieur à cette surface, marin ou continental, s'injecte dans des fissures préexistantes circulant dans la roche substratum, de sorte qu'un morceau isolé de ce substratum peut donner *l'illusion* d'une roche fragmentée et bréchoïde.

Mais il existe aussi d'autres catégories de roches bréchoïdes, pour lesquelles aucune des explications précédentes n'est valable. Il s'agit alors de brèches « monogéniques », c'est-à-dire de roches formées par des *débris* anguleux, tous de constitution identique, noyés dans un *ciment* de nature homogène, non clastique. Si, par exemple, la pâte du ciment révèle un faciès marin profond, ou tout au moins pélagique, et s'il en est de même de la matière des « débris », on ne pourra guère penser à une « brèche de transgression » ou d' « émersion » ; ou plutôt, si on y pense, il faudra alors faire intervenir des phénomènes un peu mystérieux ; c'est ainsi que certaines brèches de silex ont été parfois interprétées comme dues au remaniement, sur le fond d'une mer relativement tranquille, d'une couche de silex qui venait de se former et qui était encore molle et fragile (?). Tout cela est assez difficile à concevoir clairement ; c'est tellement vrai que M. L. Cayeux, dans son ouvrage fondamental sur les roches siliceuses [2], s'exprime ainsi (p. 371), à propos de certaines phtanites bréchoïdes (figurées par lui pl. XXII) : « Avec les brèches, on aborde un sujet fort mystérieux : la consolidation

1. Note présentée à la séance du 15 février 1937.

2. L. CAYEUX. Les roches sédimentaires de France ; roches siliceuses (*Mém. Service Carte géol. France*, 1929).

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

très rapide, ou pour mieux dire, la consolidation des sédiments au fur et à mesure de leur dépôt ».

D'autre part, en regardant de près les débris, on a souvent l'impression qu'ils pourraient être rapprochés et « recollés » les uns aux autres, comme les fragments d'un jeu de puzzle : tout se passe comme si ces débris avaient été formés par *éclatement*, les éclats s'écartant les uns des autres et leurs intervalles étant remplis par le ciment. Certains de nos confrères ont déjà formulé cette hypothèse plus ou moins explicitement, en parlant de brèches nées de « roches en tension » (J. de Lapparent). Mais il faut convenir qu'un tel mécanisme nous apparaît un peu obscur.

L'un de nous [1] a eu l'occasion d'étudier dans le *Crétacé à silex* de la *Palestine* des zones de telles roches siliceuses bréchoïdes, formant des bancs ou des lentilles dans la série marine continue et presque pas plissée, seulement ondulée, du Crétacé supérieur palestinien ; elles y apparaissent comme des couches de *brèches de silex*, le ciment qui réunit les fragments de silex pouvant être lui-même siliceux, mais, par sa couleur ou sa composition chimique, de nature légèrement différente.

Il a en outre remarqué que, bien souvent, ces zones bréchoïdes se montrent affectées de multiples *plissottements*, alors que, en dessous et au-dessus, dans la roche non bréchoïde, la stratification reste absolument calme et régulière.

Signalées déjà par divers géologues palestiniens, ces particularités avaient donné lieu à quelques essais d'explication. Lees, dans une récente publication [2], croit que la solution siliceuse a imprégné le calcaire déjà formé, et que la silice s'est déposée dans des niveaux bien délimités ; ces phénomènes auraient créé des surpressions (comme dans la transformation de l'anhydrite en gypse) ; ainsi toute la masse du calcaire et surtout du silex aurait été brisée en éclats recimentés ensuite, à certains niveaux, par des imprégnations siliceuses [3].

Au contraire, L. Picard [4] se réfère à l'opinion de L. Cayeux, à savoir que « à l'état naissant, les silex témoignent d'une fragilité extrême, ce qui leur permet de se fragmenter et de se

1. M. Avnimelech. Études géologiques dans la région de Shéphélah en Palestine (Thèse Sciences, Grenoble, 1936. *Travaux Lab. Géol. Univ. Grenoble*, t. 20, 1937).
2. G. M. Lees. The chert beds of Palestine (*Proc. Geol. Ass.*, 39, 1928, pp. 445-462).
3. Comme on le verra, nous serons conduits à des idées tout à fait analogues.
4. L. Picard. Geological Researches in the Judean Desert (Jérusalem, 1931).

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

réduire en très menus débris sur le fond de la mer sans intervention d'une puissante action dynamique » ; il admet donc que les bancs de silex se sont déposés dans une mer peu profonde, et que c'est à cause de leur état physique particulier qu'ils se sont fragmentés et immédiatement recimentés par la silice dissoute dans l'eau.

L'un d'entre nous a eu alors l'idée de rapprocher ces particularités d'*expériences* entreprises, dans un but tout différent, par le géologue américain Stephen Taber [1]. Voici quels furent le point de départ et les résultats de ces expériences.

On a constaté depuis longtemps que dans les pays froids, pendant les longues périodes d'hiver, certains tronçons de route, fondés sur un sous-sol argileux et humide, se surélèvent de quelques centimètres ou décimètres, pour reprendre ensuite leur altitude normale au moment du dégel. On pourrait être tenté d'attribuer ce *gonflement* à la dilatation résultant de la transformation de l'eau du sous-sol en glace. Mais, pour des dénivellations atteignant plusieurs décimètres, cela conduirait à admettre que la congélation a affecté une tranche verticale de sous-sol atteignant 5 à 10 m. de profondeur ; et c'est manifestement impossible, puisque les variations saisonnières de température ne se font guère sentir au delà d'un m. de profondeur.

Pour résoudre le problème, S. Taber a donc institué une série d'expériences, destinées à étudier de près le *mode de congélation d'une masse argileuse imprégnée d'eau.*

Renvoyant aux publications de S. Taber pour tous les détails techniques, contentons-nous de dire qu'il a pris des cylindres d'argile humide, maintenus en forme par des enveloppes de papier, et qu'il les a congelés dans un frigidaire. On pourrait croire que l'eau va se solidifier sur place, et qu'on assistera simplement à un durcissement de la masse argileuse, formée alors d'argile congelée. Au contraire, on constate que le phénomène se produit de la façon suivante :

Un premier cristal de glace commence à se former : il attire à lui l'eau encore liquide, imbibant les couches argileuses voisines, et il grossit ainsi sur place. Ses directions d'allongement seront réglées par la distribution des pressions qui règnent au sein du cylindre argileux ; de sorte que, finalement, notre cristal va don-

1. S. Taber. Frost heaving (*Journ. of Geol.*, 37, 1929). The mechanics of frost heaving (*id.*, 38, 1930). Freezing and thawing of soils as factors in the destruction of road pavements (*Public Roads, U. S. Department of Agriculture*, II, n° 6, 1930).

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

ner naissance à un véritable filon (ou à une lentille) de glace, à structure fibreuse, les fibres étant verticales et le filon horizontal.

A la fin de l'expérience il y a donc eu *séparation de l'eau et de l'argile* : l'eau, à l'état de glace, s'est concentrée dans les filons, et ces derniers sont séparés par de l'argile presque complètement déshydratée ; nous disons « presque », car en réalité une petite quantité d'eau reste « adsorbée » par les particules argileuses et ne se congèle pas.

Cette transformation ne s'est accompagnée que d'une augmentation de volume insignifiante, puisqu'il n'y a pas eu apport de matière, mais seulement une légère dilatation due à la différence de densité de l'eau et de la glace.

Mais on peut aussi répéter l'expérience en laissant la base du cylindre d'argile humide plongée dans l'eau (ou plutôt dans du sable imprégné d'eau), cette base restant en dehors du frigidaire. Dans ces conditions, on constate qu'il y a *appel d'eau* dans la zone supérieure du cylindre qui se congèle : cette zone agit comme une véritable pompe aspirante, qui fait remonter l'eau de la base et l'amène à se congeler dans la partie supérieure. La « pression de cristallisation » de la glace qui se forme ainsi est suffisante pour vaincre des charges atteignant 17 kg par cm^2. Donc, même sous de très fortes pressions (effectivement réalisées dans les dispositifs expérimentaux imaginés par S. Taber), il y a une forte *augmentation de volume*.

Ainsi s'explique le problème que S. Taber s'était proposé de résoudre, c'est-à-dire le « gonflement » des routes.

Mais il y a plus : quand le cylindre d'argile se congèle ainsi sous pression, on voit que, dans certaines expériences, la glace, au lieu de se répartir en filons réguliers, apparaît comme un ciment s'intercalant entre des fragments anguleux d'argile déshydratée ; *notre « roche » primitive (argile + eau) homogène s'est transformée par congélation en une roche bréchoïde, à galets d'argile et ciment de glace ; et il y a eu, en plus, apport de matière et augmentation de volume.*

Il y a là, nous semble-t-il, au moins une « image » de nature à nous éclairer sur la genèse des *roches bréchoïdes* que nous avons décrites au début.

Imaginons en effet qu'au lieu du mélange eau + argile, nous ayons une roche primitive formée d'une pâte fine, homogène, argileuse, siliceuse, ou calcaire, ou ferrugineuse, etc., et imprégnée d'une solution (colloïdale ou non) contenant de la silice ou

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

des sels magnésiens, ou calcaires, ou ferrugineux, etc. Si cette solution a une tendance à précipiter les minéraux qu'elle contient, nous nous trouverons dans des conditions évoquant les expériences de Taber. Nous pourrons supposer, par exemple, que la silice vient se concentrer en certains points, par suite de conditions particulières : pressions, légères variations de composition chimique, position par rapport au niveau hydrostatique, etc. [1]. Il pourra y avoir apport de matière dans telle ou telle zone, par conséquent « intrusion » et « éclatement » apparent de la roche primitive, et plissottements engendrés par cette dilatation.

De fait, en rapprochant les uns des autres (voir pl. I), d'une part les photographies de certains échantillons obtenus *expérimentalement* par Taber, et d'autre part des morceaux de *zones de silex bréchoïdes* du Crétacé palestinien, on sera frappé par l'*identité complète des structures* dans les deux cas.

Il est d'ailleurs probable que la migration de la silice a dû s'effectuer encore très tardivement, dans la roche déjà formée et complètement consolidée. C'est ce que nous montre le phénomène bien connu des « croûtes siliceuses » que l'on observe dans les pays à climat désertique. Là les surfaces d'affleurement de roches primitivement calcaires se trouvent souvent fortement silicifiées ; et il est évident que cette migration de la silice est fort récente, puisqu'elle est en rapport avec la surface d'érosion actuelle. Certains échantillons de brèches à silex de Palestine, récoltés près de la surface, dans des zones altérées, semblent bien n'avoir acquis leur structure bréchoïde qu'à la suite de ces migrations très récentes.

L' « intrusion » de la silice est due à ce qu'elle vient se déposer dans certains niveaux bien déterminés de la série des calcaires crétacés. Un banc de silex, une fois formé dans l'un de ces niveaux, augmente progressivement d'épaisseur, par apport continuel de silice venant d'en dessous ou d'au-dessus. C'est de là que résulte la structure « zonaire » (rubanée) de certains bancs siliceux. Les zones sont toujours parallèles à l'allongement des bancs et elles sont parfaitement symétriques, c'est-à-dire qu'au milieu d'un banc de silex on trouve une zone centrale plus fon-

1. L'influence que peut avoir la position du niveau hydrostatique sur les migrations de la silice a été encore récemment évoquée par K. Gripp. Tunnelfährten aus Feuerstein und die Entstehung des Feuersteins (*Mitt. Min.-Geol. Staatsinst. Hamburg*, Heft XIV, 1933).

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

cée que les zones extérieures qui s'ordonnent d'une façon symétrique sur les deux faces.

Comme on le voit, la silicification d'un certain banc de la roche n'amène pas nécessairement l' « éclatement » de ce banc, qui garde parfois une structure zonée parfaitement régulière, sans discontinuités.

Enfin insistons encore sur ce fait que la silicification d'un banc calcaire se traduit souvent par une augmentation de volume, produisant des ondulations et plissottements de ce banc, alors que les bancs calcaires qui l'encadrent restent presque intacts et non ondulés. Il n'y a pas eu seulement des transformations moléculaires dans le banc lui-même (comme dans l'anhydrite qui se transforme en gypse), mais bien véritablement apport de matière, venant d'ailleurs du bas ou du haut. Ajoutons que, par suite du départ de la silice, la roche calcaire encaissante peut devenir plus poreuse et plus tendre.

Il est bien évident que les idées que nous venons de développer ici à propos des brèches de silex de la Palestine pourraient être utilement évoquées pour expliquer la genèse de beaucoup d'autres roches bréchoïdes. Au lieu de migrations de silice, on peut concevoir de même des migrations de carbonates de chaux ou de magnésie, de sels ferrugineux, etc., donnant lieu aux mêmes phénomènes d' « intrusion et éclatement ».

On s'explique ainsi qu'il puisse fréquemment exister des passages entre des *pseudobrèches*, certainement formées par diagénèse (roches grumeleuses, concrétionnées, etc.) et des roches à allure de brèche véritable, qu'on croirait au premier abord d'origine sédimentaire, analogues à nos brèches à silex. C'est ce qu'on observe souvent dans les séries calcaires lacustres ou lagunaires.

Beaucoup des *brèches triasiques* de nos calcaires dolomitiques du Trias briançonnais seraient aussi dues à des circulations de solutions de carbonates de chaux ou de magnésie (voir pl. I, fig. 4).

M. P. Lory nous signale que dans la série marine continue, sans trace d'émersion, du *Crétacé supérieur du Dévoluy*, il a observé depuis longtemps des zones siliceuses bréchoïdes tout à fait analogues à celles du Crétacé de Palestine, et qui lui avaient toujours paru inexplicables, etc...

Nous ne prétendons nullement résoudre ainsi entièrement le problème des brèches, problème en dehors de notre compétence ; d'ailleurs chaque cas pris isolément réclame une étude et une

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

explication particulières. Nous avons voulu seulement attirer l'attention des spécialistes sur un ordre de phénomènes auxquels il faut penser, et qui se trouvent remarquablement illustrés par les expériences de Taber. Ces dernières rendent aussi très bien compte de la genèse des *filons de sécrétion*, au milieu d'un matériel tendre et plastique (schistes argileux par exemple) incapable d'avoir donné des « vides » ultérieurement remplis par des circulations d'eau [1]. Et ces expériences expliquent aussi les filons, ou couches parfois très épaisses, de glace pure et transparente, que l'on voit s'intercaler dans les sous-sols congelés, actuels ou fossiles, des régions polaires [2].

Enfin ces *zones bréchoïdes*, formées par intrusion et éclatement, et correspondant à une augmentation de volume, à un apport de matière, représenteraient en quelque sorte le complément des *joints stylolithiques*, que l'on s'accorde généralement à expliquer par des phénomènes de dissolution et de départ de matière.

1. A propos des filons à structure bréchoïde, ces idées sont développées d'une manière très intéressante et très documentée dans deux articles de S. Taber, The Mechanics of Vein Formation (*Trans. of the American Inst. of Mining Engineers*, Colorado Meeting, sept. 1918). — The origin of veinlets in the Silurian and Devonian strata of Central New York (*Journ. of Geol.*, 26, 1918).

2. L'un de nous avait déjà eu l'occasion d'évoquer sous cet aspect les expériences de Taber dans l'article suivant : M. Gignoux. Les sols polygonaux dans les Alpes et la genèse des sols polaires (*Ann. de Géogr.*, t. 40, 1931).

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

Le Pays d'Othe (Tectonique d'ensemble, Craie turonienne, Cailloutis a silex)

par **Camille Rouyer** [1].

I. — Tectonique générale.

Le pays d'Othe constitue une *région naturelle*. La Vanne, l'Yonne, de Laroche à Sens, une bande de « Champagne humide », et la plaine de Troyes, en forment la ceinture [2]. Dans le relief, il est franchement limité sur deux côtés par des pentes formant *façades* : la façade méridionale, de Joigny à Lirey, la façade orientale, de Lirey à Montgueux, façades présentant une morphologie différente ; la première étant formée de terrains de dureté diverse : marnes de Brienne, craie cénomanienne et turonienne, la seconde étant formée seulement de craie. Ces côtes de l'Othe ressemblent en gros aux *cuestas* classiques du Bassin parisien. Toutefois elles sont assez limitées en longueur ; la *cuesta* méridionale est brusquement interrompue lorsqu'elle aborde la dépression de la vallée de la Seine, alors elle se coude instantanément à angle droit, et devient parallèle au cours de la Seine en amont de Troyes.

L'ensemble des couches géologiques qui affleurent dans l'Othe plonge vers le NE. Il est affecté de mouvements assez complexes dans le détail. Finalement, le résultat des actions tectoniques a été une légère surélévation de la portion du Pays d'Othe qui regarde la plaine de Troyes. L'étude tectonique que j'ai poursuivie m'a conduit à distinguer dans le Pays d'Othe : 1° Une Othe occidentale, limitée par la vallée de l'Yonne, le cours inférieur de la Vanne, et une ligne Chailley-Rigny-le Ferron, marquée par la région disloquée de Pont-Evrat ; 2° une Othe orientale, région où la craie turonienne est bien développée [3]. Je n'insisterai pas ici sur l'allure des couches de l'Othe occidentale..

1. Note présentée à la séance du 15 février 1937.

2. Consulter les feuilles de la Carte géologique de France au 1.80.000e. Provins n° 66, Arcis n° 67, Vassy n° 68, Sens n° 81, Troyes n° 82, Chaumont n° 83, Auxerre n° 96, Tonnerre n° 97.

3. La feuille de Troyes (seconde édition), en préparation, indiquera les affleurements de cette craie turonienne, que la première édition range à tort dans le Sénonien, c^7.

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

Des travaux antérieurs ont révélé que cette région était l'objet d'accidents qui se traduisent par des rides de direction hercynienne : synclinal de la Vanne (en aval de Villeneuve-l'Archevêque) anticlinal d'Arces, se poursuivant jusqu'à Saint-Florentin, et bien certainement au delà vers le SE [1]. Ces axes doivent se raccorder avec ceux qui sont reconnus dans le Gâtinais, sur les plateaux de la rive gauche de l'Yonne. La tectonique de l'Othe occidentale participe donc de celle des régions de l'Orléanais, et la rivière l'Yonne, si elle forme limite géographique du Pays d'Othe, n'en est pas limite tectonique véritable. Le régime des plissements du Pays d'Othe oriental est différent. D'abord, au Sud, bordant la façade méridionale, se prononce une ride monoclinale, manifestée par un plongement plus rapide de la Craie cénomanienne et de la base du Turonien. C'est l'anticlinal d'Avrolles de MM. Lemoine et Rouyer [2].

L'esquisse que j'ai donnée au moyen de courbes de niveau du *toit* des Marnes de Brienne [3] du front de l'Othe près de Saint-Florentin montre que cet axe s'abaisse entre Neuvy-Sautour et Auxon. Cet abaissement est en rapport avec la cuvette dans laquelle se sont logés, d'une part, les thalwegs issus de la cuesta entre Coursan et Chamoy, et qui se rendent à l'Armance, et d'autre part avec les cours de la Nosle et de l'Ancre, rivières de la partie centrale du plateau d'Othe. Mais à hauteur du cirque de Sommeval, la craie cénomanienne quitte l'allure synclinale. Au captage des eaux qui alimentent Auxon, au pied des anciennes carrières qui entamaient le coteau, le contact du Cénomanien et du Turonien se trouve à 185 m. A 7 km., au NE, entre Lirey et Javernant, il se place à 210 m., soit un relèvement de 3 m. 40 par kilomètre. En suivant la façade orientale de l'Othe, qui regarde Troyes, on ne trouve pas actuellement de découverts permettant des observations de détail sur le Turonien, et les anciennes carrières de Laines-aux-Bois, décrites par M. Barrois, sont envahies par le boisement. Mais la butte de Montgueux et ses abords offrent des coupes meilleures. Sous Montgueux, au col emprunté par la route nationale, on connaît la craie à *Holaster planus* (zone E). Elle est à la cote 200-205. Or ce même horizon qui est peu épais (10 m. environ) peut être

1. Augusta Hure. Notes sur la géologie de la Vanne, *B. S. G. F.* (4), t. XX, 1920 ; Camille Rouyer. Accidents tectoniques aux environs de Saint-Florentin (Yonne), *B. S. G. F.* (5), t. V, 1935.

2. P. Lemoine et C. Rouyer. Sur l'allure des plis et des failles de la Basse-Bourgogne, *B. S. G. F.* (4), t. VI, 1904.

3. Camille Rouyer. *Op. cit.*

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

repéré à des altitudes décroissantes en direction de l'Ouest : savoir 185 m. à Aix en Othe (la Vove) ; 173 m. à Cerilly. Cette zone à *Holaster planus* s'abaisse donc d'Est en Ouest, suivant à peu près le cours de la Vanne depuis Montgueux jusqu'à l'embouchure du ru de Cerilly. Montgueux apparaît ainsi comme étant un point anticlinal par rapport au cours de la Vanne. Cette vue est confirmée par ce fait qu'à Fontvannes, la carrière située près de l'église a fourni à M. Lambert *Micraster Leskei* caractéristique du Turonien supérieur dans l'Othe. La craie de la rive droite de la Vanne depuis Fontvannes jusqu'à Montgueux est (au moins à la base des collines) constituée par la partie supérieure du Turonien et serait relevée par rapport à la craie sénonienne de la région d'Estissac. Au surplus, l'esquisse tectonique jointe à l'Atlas qui accompagne l'*Enquête sur les richesses minérales du Nord-Est* dû à M. de Margerie vient à l'appui de la condition anticlinale des environs de Montgueux [1]. Il y est indiqué à l'Ouest de Troyes et d'après les courbes de niveau du « Crétacé » un pli anticlinal sur l'emplacement de la façade orientale de l'Othe et dont l'axe est orienté Nord-Sud.

Les études tectoniques actuellement publiées sur l'allure des anticlinaux en Basse-Bourgogne permettent d'affirmer que les lignes de crêtes avoisinent des lignes anticlinales. J'ai maintes fois été en mesure de le vérifier. On peut donc considérer que la cuesta de l'Othe face à la plaine de Troyes recèle un anticlinal, manifesté par deux points plus saillants : dôme de Sommeval et dôme de Montgueux. En dehors du Pays d'Othe, cette ride Sommeval-Montgueux doit se poursuivre par les points hauts suivants, formant une ligne parallèle à la Seine depuis Troyes jusqu'à Nogent-sur-Seine : Villeloup (cote 190), Saint-Flavy (cote 195), Saint-Loup-de-Ruffigny (cote 157), Parc de Pont (cote 209). On rejoint ainsi à hauteur de Nogent-sur-Seine l'anticlinal de Rozoy-Montpothier. D'autre part la cuvette synclinale d'Estissac se prolonge formant elle aussi un arc de cercle, jalonné par les localités de Rigny-la-Nonneuse et Fontaine-Mâcon venant se placer dans l'axe du synclinal de Provins et de Saint-Parres. Non loin de là, à l'Ouest d'Avon-la-Pèze, existe, à la cote 165, un lambeau de grès stampiens. Or, ces mêmes grès se trouvent à 240 m., à Villadin, à 7 km., au Sud. Ces grès d'Avon sont aussi en position synclinale.

Symétriquement à l'anticlinal précité et sensiblement parallèle à lui, existe un autre système relevé, déjà indiqué par M. Lam-

1. Service géographique de l'Armée, 1918.

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

bert comme il suit : « L'arrêt dans la régularité d'inclinaison des assises de la Craie, au Nord de Sens, doit être considéré comme représentant une ondulation atténuée, s'étendant sur une large zone de près d'un myriamètre entre les vallons de Nailly et de Voisines, jusqu'à un anticlinal situé au Nord de Pont-sur-Yonne. Cette ondulation se propage sans doute, de l'Ouest à l'Est [1]. » M. Corroy [2] indique que l'anticlinal de Montereau se poursuit vers Sergines. Il me paraît légitime de prolonger cet anticlinal au delà de Sergines par les hauteurs couronnées de grès stampiens : Bois de Lancy, Bois du Fauconnais, Villadin, Planty, Bois de Villemaur.

Dans la région qui confine au Sud le plateau d'Othe oriental, les plissements sont délicats à déceler. A la traversée des terrains argileux ou sableux ils paraissent s'atténuer beaucoup. C'est ainsi que l'anticlinal de Sommeval ne peut pas être retrouvé à travers le crétacique de la Champagne humide entre Sommeval et Chaource. Par contre autour de Chaource des accidents tectoniques reparaissent. On aborde en effet les calcaires de l'Hauterivien et du Valanginien reposant sur le calcaire du Barrois. Leymerie avait déjà constaté la position anormale des argiles aptiennes par rapport aux sables du Barrémien non loin de Chaource. Il a donné dans la Statistique de l'Aube la coupe des argiles aptiennes du Vau qui viennent buter contre des sables barrémiens. On sait par les observations de M. de Saint-Aubin [3] que ces argiles aptiennes se retrouvent à côté de Chaource dans leur position normale au-dessus des sables barrémiens. Il y a dans cette région des indices certains de dislocations variées dont l'étude demeure encore difficile faute de bons découverts aux affleurements, mais on a l'impression d'une zone anticlinale.

L'anticlinal d'Arces, dont on connaît maintenant le tracé jusqu'aux abords de Saint-Florentin, vient rencontrer à angle aigu : *a*) le relèvement *par faille* des couches qui accompagne à l'Est la région faillée de Pont-Evrat et suit une direction méridienne (Bœurs en-Othe, Chailley) ; *b*) les deux axes, Arces et Avrolles conjugués et se rencontrant ont exhaussé la craie cénomanienne au Mont Avrelot. Cette butte si curieusement allongée entre Avrolles et Neuvy-Sautour, doit être considérée, ainsi que son soubassement de grès albiens comme un lieu de convergence des

1. Lambert. Souvenirs géologiques sur le Sénonais, *B. Soc. Sc. Yonne*, 1902.
2. Corroy. Le Néocomien de la bordure orientale du Bassin de Paris. Appendice tectonique, 1925, p. 324.
3. Pietresson de Saint-Aubin. Nouv. obs. géol. sur la f. de Troyes. *C. R. somm. S. G. F.*, 4 avr. 1932, p. 88.

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

trois axes anticlinaux précités. C'est une sorte de *nœud* anticlinal. Des traces évidentes de l'axe unique ainsi formé se voient au SE de Saint-Florentin : c'est d'abord près de la gare Saint-Florentin-Vergigny la petite butte de grès et sable à *Ostrea arduennensis*. Cet horizon appartient à la base de l'Albien. Ce lambeau respecté par les alluvions de l'Armançon forme un pointement (cotes 113 et 114 de la Carte au 1/80.000e). Sa position par rapport aux couches albiennes au voisinage de Saint-Florentin indique l'influence du plissement.

En résumé, la tectonique de l'Othe orientale et de ses abords s'analyse comme il suit : à l'Est, anticlinal de Chaource, Sommeval, Montgueux, prolongé par hypothèse en arc de cercle jusqu'à Nogent-sur-Seine ; à l'Ouest bombement de Bœurs-en-Othe arrêté par le système faillé de Pont-Evrat qui forme cran d'arrêt pour les ridements de l'Othe occidentale, prolongé hypothétiquement par les points hauts de Villadin, etc. le reliant à l'anticlinal de Montereau. Entre ces deux relèvements, une dépression synclinale : nette sur le bord méridional de l'Othe entre Neuvy-Sautour et Auxon, se retrouvant encore vers Estissac, se poursuivant par hypothèse entre les deux axes en arc de cercle de Villeloup et Villadin et rejoignant le synclinal de Provins.

Accidents tectoniques EW. — L'anticlinal d'Avrolles s'arrête à la plaine de Troyes. Les courbes de niveau de la base du Cénomanien dessinent en amont de Troyes une aire synclinale entre la Seine et l'Othe. Il s'arrête aussi à Avrolles, assurément sous l'influence du relèvement produit par l'anticlinal d'Arces. Cette ride d'Avrolles est remarquablement de même orientation que le cours supérieur de la Vanne, en amont de Villeneuve-l'Archevêque. Ce cours supérieur n'est-il pas influencé par des mouvements du sol. Bien que l'étude de détail des craies sénoniennes de la Vanne soit à réaliser, les remarques suivantes peuvent être faites. Le relief des buttes qui accompagnent la rive gauche de la rivière de la Vanne depuis Montgueux jusqu'à Rigny-le-Ferron est d'un aspect original ; tandis que les cours d'eau qui se sont installés dans l'Othe découpent le sol en fragments de direction générale Nord-Sud, on voit en bordure du cours d'eau principal une série de buttes *longitudinales allongées* d'Est en Ouest : butte de Montgueux, de Macey, la Grange au Rez, de Messon, de Neuville-sur-Vanne, de Paisy, de Courmononcle. Ce modelé spécial n'est pas en relation avec le substratum travaillé par le ruissellement, car la craie sénonienne affecte ailleurs des formes topographiques tout à fait différentes. Or cette zone

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

de buttes *longitudinales* se poursuit au delà et en dehors de l'Othe au milieu de terrains variés : *Craie* : butte entre Villechétif et Mesnil-Sellières, buttes arasées jusqu'à leur base de Sacey et de Piney, butte de Villehardouin ; *Crétacique inférieur* : buttes d'Epothèmont, de Longeville, buttes entre Montièr-en-Der et Bailly-aux-Forges. La bande ainsi établie se place exactement jusqu'à Brienne sur le tracé par M. Corroy de l'anticlinal de Neufchâteau prolongé jusqu'au Nord de Brienne [1]. Ces observations autorisent à considérer que cet anticlinal de Neufchâteau-Brienne atteint l'Othe près Montgueux, qu'il y produit là en rencontrant la ride orientale de l'Othe un relèvement sensible, et qu'il est la cause de l'alignement des buttes de la rive gauche de la Vanne. La région faillée de Pont-Evrat qui s'étend, comme je le montrerai, jusque vers la Vanne arrêterait la propagation le long de la Vanne inférieure de cet anticlinal, et de fait on n'y remarque pas le modelé spécial que je signale.

Une zone synclinale borde au Sud l'anticlinal de Neufchâteau-Brienne : région faillée de Soulaines, Dienville, cluse de l'Aube (à travers les marnes de Brienne), région faillée de la Forêt du Grand-Orient. Il apparaît de même que la portion centrale de l'Othe arrosée par le ru de Vauchassis, l'Ancre et la Nosle a aussi l'allure synclinale. Bien qu'aucune couche repère ne soit actuellement connue dans ces points, il est intéressant de noter la disposition qu'y présentent les vallées principales : dans la partie médiane de leurs cours elles décrivent toutes un arc de cercle ou segment, de même longueur, dont la concavité est dirigée vers l'Ouest : arc de Vauchassis, de Bercenay, du bois des Martelins, de Villemoiron, des Chevreaux. L'ensemble de ces segments s'oriente perpendiculairement à la Vanne et à la ligne des buttes qui la borde. La craie qui forme le sous-sol de la région étant homogène et de même dureté, on ne peut interpréter ce tracé des thalwegs comme dû à des influences morphologiques. On conçoit mieux qu'une zone synclinale soit venue diriger le tracé des thalwegs au fur et à mesure qu'ils creusaient la pénéplaine du plateau d'Othe [2].

Conclusions. — Le réseau des axes de l'Othe orientale présenterait donc une disposition orthogonale. Or, l'étude des plis qui traversent l'Yonne, parcourent l'Othe occidentale et gagnent

1. Corroy. *Op. cit.*, p. 325.

2. Un récent sondage, à Montgueux, a traversé avant d'atteindre le sable albien, vers 400 m. de profondeur, une épaisseur anormale d'argiles (c^3 et c^2). La région de Montgueux correspond donc plutôt à une zone synclinale, se rattachant à celle de Troyes. (*Note ajoutée pendant l'impression.*)

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

l'Armançon n'a jusqu'ici rien révélé d'analogue. Je ne connais pas davantage dans le Tonnerrois de rides transversales, venant de l'Est (sauf peut-être l'anticlinal des Riceys. Les déformations de l'Othe orientale ont donc un caractère original au milieu de pays à tectonique un peu différente. Ne faut-il pas faire intervenir pour les expliquer l'action de plissements de fond. Nous sommes malheureusement dans l'ignorance absolue de l'allure du tréfonds cristallin dans le Sud du Bassin de Paris. Je noterai pourtant, à titre théorique, que le Pays d'Othe est placé sur le méridien du Morvan. La faille de Pont-Evrat et les accidents faillés du ru de Cérilly paraissent être le prolongement de la faille de Quenne, elle-même prolongement des failles bordières Ouest du Morvan. Enfin, le massif ancien du Morvan est, lui aussi, traversé d'accidents orthogonaux (Synclinal de Sincey-les-Rouvray etc. et failles méridiennes des deux bordures). Le tréfonds cristallin sous l'Othe serait dans cette hypothèse formé d'un horst homologue du horst Morvan, qui aurait rejoué aux temps mio-pliocènes et produit le soulèvement de l'Othe.

II. — Craie turonienne.

La notice explicative de la feuille de Sens (2me édition) résume exactement les connaissances acquises sur les zones paléontologiques distinguées dans la série des craies turoniennes et sénoniennes de la vallée de l'Yonne et des régions qui y confinent. Ces zones locales dues aux travaux d'Hébert, de MM. Peron et Lambert, de Mlle Hure, ont été séparées grâce à la répartition d'espèces variées d'Échinides. En étudiant le Turonien du département de l'Aube j'ai suivi cette méthode, complété et coordonné les indications éparses fournies par les auteurs. Rappelons d'abord, d'après M. Lambert, la composition générale du Turonien dans l'Yonne :

	Épaisseurs
F. Zone à *Micraster icaunensis* Lamb.....	30 m.
E. Zone à *Sternotaxis planus* Mant.....	10 m.
D. Zone à *Cardiotaxis Peroni* Lamb.....	20 m.
C. Zone à *Terebratulina gracilis* Schl.....	40 m.
B. Zone à *Conulus subrotundus* Brong.....	50 m.
A. Zone à *Actinocamax plenus* Blainv.....	10 m.

La description du Turonien de l'Aube donnée dans la notice explicative de la feuille de Troyes (1re édition) est extrêmement sommaire. D'autre part, le tracé cartographique de la limite

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

entre c^6 et c^7 est trompeur. Il ne correspond à aucune réalité stratigraphique. Peut-être a-t-on voulu le placer au-dessus du Turonien inférieur, qui est sans silex, et au-dessous du Turonien moyen et supérieur qui en contient. Cela n'est pas absolument certain. En 1887, Peron a publié un important travail sur la Craie des alentours de Troyes. Il y indique le parallélisme de certains horizons avec ceux déjà reconnus dans l'Yonne. Depuis lors, aucun travail d'ensemble n'a paru sur la Craie de l'Aube, spécialement sur le Turonien. M. Lambert a bien voulu encourager mes efforts et revoir les déterminations des Échinides que j'ai recueillis. Je lui en exprime ici ma très vive gratitude.

A. — Zone à *Actinocamax plenus*.

On sait que cette zone est bien développée à l'Est du Bassin de Paris. A Saint-Parres, près de Troyes, Peron a recueilli *Actinocamax plenus* à la partie supérieure des grandes carrières qui entament les couches supérieures du Cénomanien. M. Lambert signale ce fossile à Brion (Yonne) entre Joigny et Laroche. Mais jusqu'ici l'espèce demeure introuvable entre ces deux points distants de 50 km. La zone A turonienne demeure ainsi fort difficile à identifier sur la feuille de Troyes le long du rebord méridional de l'Othe. A ce niveau le faciès crayeux persiste ainsi que je l'ai constaté à Saint-Parres, à Javernant (puits d'adduction des eaux de cette communne) Villeneuve-au-Chemin, Auxon. A Saint-Parres, Peron signale une craie « noduleuse ». Cet aspect est aussi celui du Turonien inférieur à Auxon. J'ai en effet relevé au-dessus des galeries de captage de cette commune la coupe suivante :

8. Craie massive, blanchâtre, très peu fendillée avec *Placenticeras* sp.	2 m.	
7. Craie avec lits marneux	0	20
6. Craie noduleuse avec nombreux petits Inocérames (*Inoc. labiatus* jeunes) et *Pachydiscus Woolgari* Mant.	2	
5. Lits marneux	0	10
Alt. 208. — 4. Craie grise, à taches jaunes, en un seul lit, dur, débris de Lamellibranches, petits galets se liant à la couche sous-jacente 3	0	15
3. Craie blanche	0	30
2. Lit marneux	0	60
1. Craie grise, très marneuse, en bancs réguliers, durs un peu fendillés (débris d'Inocérames), visibles sur	1	

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

Au-dessous de la couche 1 se trouvent les couches entamées autrefois par les galeries de captage d'Auxon, M. Lambert qui a suivi ces travaux n'y a remarqué que des Inocérames. Ces galeries sont à la cote 195-200. Or à 800 m. à l'Est, au bord de la route d'Eaux-Puiseaux et à faible distance de la bifurcation avec la Route nationale d'Auxerre à Troyes, affleure le Cénomanien typique avec *Acanthoceras Mantelli*, à l'altitude de 185 m. La coupe précédente ne saurait fournir les couches de contact des deux étages ; elle entame déjà le Turonien et révèle des indices importants sur les conditions de la sédimentation. M. Paul Jodot qui a bien voulu opérer l'examen micrographique de la couche 4 la décrit comme il suit : « Les nodules de 0,002 à 0,05 de diamètre sont percés de tubulures (diam. intérieur : 0,001 à 0,003) à parois lisses et terminés par une cupule arrondie. Elles paraissent dues à des vers perforants. En bordure des nodules, traces de laminage dues à des pressions postérieures à leur formation. Ce sont des *morceaux de craie remaniée*, plutôt que de véritables nodules. Absence de minéraux détritiques. La craie grise qui entoure les nodules contient un pourcentage de Foraminifères atteignant presque le double de celui des nodules. Pas de quartz clastique. Taches roses peut-être en relation avec l'oxyde de fer provenant de la décomposition de la glauconie. Il faut conclure que la craie à nodules étant plus argileuse que la craie grise qui l'entoure s'est déposée dans des conditions de profondeur plus grandes. »

J'attribue provisoirement à la zone A la craie grise à Inocérames du captage d'Auxon et la craie grise à nodules qui la surmonte. *Prionotropis Woolgari* MANT. apparaît à quelques décimètres au-dessus ; il marque le début de la zone B ; les deux zones A et B étant ici séparées par des mouvements du sol, traduits dans la sédimentation par l'horizon à craie remaniée (couche 4).

B. — Zone à *Conulus subrotundus*.

C. — Zone à *Terebratulina gracilis*.

A Joigny (Yonne) les deux zones précitées sont, d'après les auteurs, fort distinctes. On donne à B une épaisseur de 50 m., à C de 40 m. Ces épaisseurs se maintiennent sous le plateau d'Othe et à la traversée de la vallée de la Seine. Elles diminuent assez vite sur la limite nord de la feuille de Troyes à Auxon et à Sommeval sur 70 m. au moins d'épaisseur on voit une craie sans silex, marneuse, avec lits de marnes verdâtres en minces filets. *Conulus subrotundus* BRONG. a été recueilli aux Fourneaux près

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

Chailley (Hébert), à Sormery (M. Lambert), à Saint-Parres (Deoisy). *Micraster Leskei* a été recueilli dans la zone C à la Guette (M. Lambert), à Sommeval par moi à l'altitude 260 dans une craie grise qui forme passage avec la zone D. Sur le front est du plateau d'Othe, aux Grandes Vallées, se trouvaient autrefois de vastes carrières ; M. Barrois indique qu'elles entamaient le niveau caractérisé par *Terebratulina gracilis*. La craie zone B constitue les pentes inférieures du revers sud de l'Othe ; la zone de craie C forme les crêtes de ce même revers.

Sur la rive droite de la Seine, Péron a décrit les grandes carrières de Sainte-Maure et de Culoison, maintenant abandonnées. Le faciès marneux paraît s'y atténuer et je n'ai pas remarqué sur le front de taille les lits marneux qui sont fréquents à ce niveau dans la région de l'Othe. Les débris de Céphalopodes sont fréquents à Culoison, mais indéterminables. La zone C est entamée au-dessus des carrières de Culoison par une tranchée du chemin de fer de Troyes à Chalons-sur-Marne (tranchée d'Assencières) à l'altitude 155-160. C'est une craie tufacée, à rares silex et fréquentes Térébratules. Comme j'ai recueilli à Feuges, au N de cette tranchée d'Assencières, *Micraster beonensis* GAUTH. caractéristique de la zone F, il conviendra de ranger dans le Turonien les affleurements de craie entre Saint-Benoît, Feuges, Culoison et Assencières. La zone C paraît se poursuivre sur la feuille d'Arcis. On signale en effet *Terebratulina gracilis* à Betignicourt près de Lesmont. La légende de cette feuille évalue la puissance totale du Turonien à 50 m. A cet égard, il est remarquable que la diminution de la puissance de cet étage s'effectue brusquement. Vers Onjon et Feuges, l'étage atteint encore une centaine de mètres. Arrivé à Bétignicourt cette épaisseur est réduite de moitié.

D. — Zone à *Cardiotaxis Peroni*.

A Maraye-en-Othe deux petites excavations entament à l'alt. 225 une craie tendre à silex qui m'a fourni plusieurs exemplaires de *Cardiotaxis Peroni* et de *Micraster Leskei*. Entre Saint-Mards et Maraye-en-Othe au bord de la route, face à Saint-Boin une carrière entame aussi une craie à silex avec *Micraster Leskei*. Ces gisements indiquent la zone D au centre du plateau d'Othe. A l'Est, j'ai recueilli *Micr. Leskei* à Vauchassis (alt. 230). La craie du sommet du plateau à l'E de Sommeval renferme aussi ce fossile ; mais elle est sans silex et doit être attribuée aux couches les plus élevées de la zone C.

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

E. — Zone à *Sternotaxis planus*.

Cet horizon est fort étendu puisque *St. planus* se rétrouve en Angleterre et en Normandie. Sa puissance est assez réduite dans l'Yonne et dans l'Aube : 10 m. *St. planus* y débute et passe ensuite dans le Sénonien, Hébert signale cette espèce à Sormery. Je l'ai recueillie à Fournaudin (carrière des Vauvrillons), vallée du ru de Cerilly, à Villemoiron (carrière Est du village). Elle est signalée par M. Barrois à la partie supérieure du coteau de Laines aux Bois, près les Grandes Vallées, par M. Lambert à la Grange au Rez, côte 190. A la limite des f. de Sens et de Troyes *St. planus* est indiqué près de Pont-Evrat, et dans la vallée de Dixmont (la Belle Idée). On suit donc sans interruption la craie à *Sternotaxis planus* depuis son gisement classique dans l'Yonne de Saint-Julien-du-Sault jusqu'à la Seine, en direction du SW au NE, mais avec un décrochement entre Pont-Evrat et les Vauvrillons sur lequel je reviendrai. Cette craie ayant été signalée sur la rive gauche de l'Yonne, près de Saint-Martin-sur-Ouanne et de Charny (M^lle^ Hure) et à Saint-Julien-du-Sault, se suit de la Loire à la Seine, présentant le même aspect général de craie blanche à silex noirs.

F. — Zone à *Micraster icaunensis*.

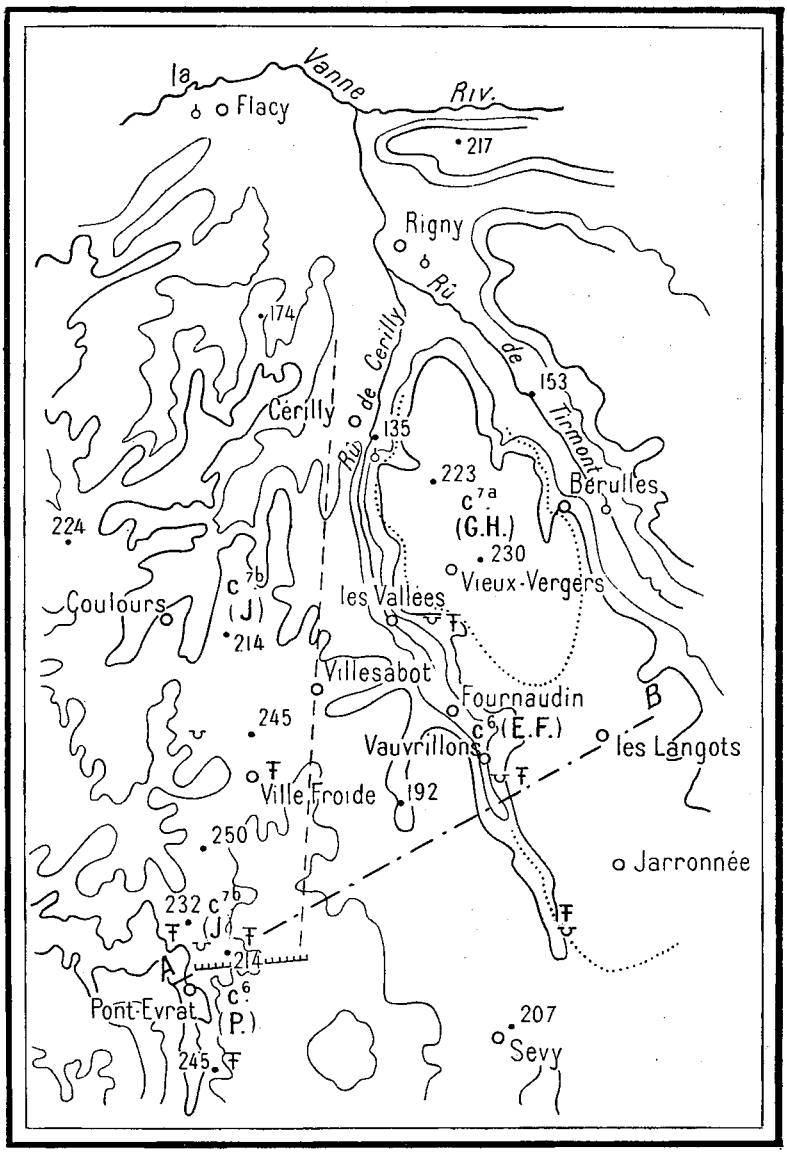
Cette zone est bien développée dans la coupure de l'Yonne à Béon ; Armeau et Saint-Julien-du-Sault. *Micraster icaunensis* Lamb. (jadis confondu avec *Micraster cor testudinarium*, espèce d'Allemagne) la caractérise. Il y est accompagné de *Micr. beonensis* Gauth. *Micr. Renati* Gauth. J'ai recueilli *Micr. Icaunensis* dans les localités suivantes.

1° Les Vallées de Cerilly (route en direction de Vieux-Vergers alt. 180).
2° Carrière de la Vove en amont d'Aix en Othe alt. 165.
3° Carrière du Plessis, à l'E de Bucey en Othe.
4° Halte de Messon (M. Lambert).
5° Butte au SE de Montgueux (Peron).

Ces points s'alignent très régulièrement dans la même direction que la zone précédente E et individualisent une craie à *Micr. icaunensis* sur la bordure de la région d'Othe non loin de la Vanne. Il paraît évident que cette zone F se poursuit sur la rive droite de la Seine : à Feuges (alt. 220) j'ai recueilli dans la carrière à l'Est du village *Micr. beonensis* Gauth. ; M. Lambert a recueilli *Micr. icaunensis* dans la tranchée de la route de Troyes vers l'alt. 200 m. Il semble que l'épaisseur de cet horizon atteigne une trentaine de mètres dans l'Aube.

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

En somme, dans la région de l'Othe orientale les zones D, E, F, s'alignent normalement en direction SW au NE. Mais sur



Ech. 1/100.000 FIG. 1. — Esquisse géologique du Ru de Cérilly
Faille du Ru de Cérilly ---

la rive droite de la Seine il n'est pas facile de repérer sur le terrain les affleurements de ces divers niveaux.

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

La région qui s'étend entre Arces (feuille de Sens) et Rigny-le-Ferron (feuille de Troyes) correspond à une zone disloquée par un ensemble de failles. Les environs de Villefroide et de Coulours montrent la craie coniacienne et la craie santonienne. D'autre part, on sait par les tracés de la feuille de Sens et les descriptions données par Mlle Hure qu'à proximité du hameau de Pont-Evrat le Santonien avec *Micraster cor anguinum* vient buter contre le Turonien de la zone F (Voir fig. 1). La dénivellation a été évaluée à plus de 50 m. et la direction de la faille serait à peu près W-E. Mes recherches sur le terrain ne m'autorisent pas à croire que cet accident se poursuit avec cette même direction entre Fournaudin, Jarronée et Bœurs-en-Othe ; en tous cas la dénivellation produite serait extrêmement atténuée. Au contraire, si on analyse la composition des versants du ru de Cerilly et des vallons qui y aboutissent du côté gauche on constate ce qui suit : à l'alt. 185 les carrières des Vauvrillons entament la craie E à *Holaster planus*, *Terebratula albensis* Peron, *Rhynchonella Cuvieri* d'Orb., *Rhyn. plicatilis* Sow., *Micr. Leskei* d'Orb. En amont, et à égale distance de Sevy et la Grande Jarronnée une crayère met à découvert sur 7 m. (alt. env. 200) une craie à silex noirs et Inocérames que surmonte une craie plus tendre avec gros silex et moules de *Holaster planus*. En direction de Cerilly, près les Vallées de Cerilly, à l'alt. 180, j'ai recueilli *Micr. icaunensis* au bord de la route de Vieux-Vergers (zone F). Le flanc droit de la vallée du ru de Cerilly est ainsi uniquement formé (au moins la portion inférieure du coteau) par D (partie supérieure) E et F. Entre Fournaudin et Sevy l'argile à silex masque la craie, mais en aval de Fournaudin nous savons que le plateau de Coulours est formé vers l'altitude 200 de craie santonienne (c 7 b) alors que face aux Vallées de Cerilly (alt. 180) se trouve la craie à *Micr. icaunensis*, espèce spéciale au niveau F. La craie santonienne de Coulours paraît ainsi abaissée au droit du Turonien F des Vallées. D'autre part,

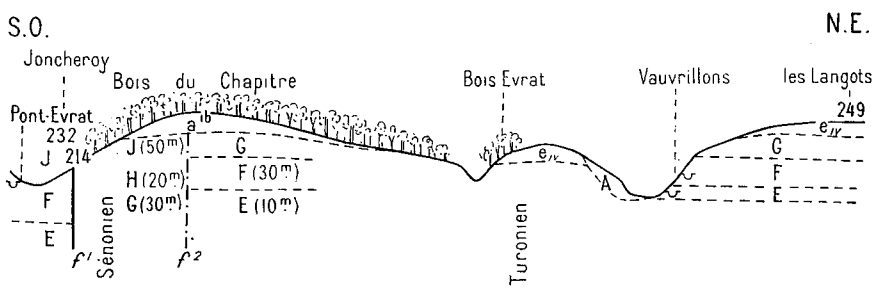


Fig. 2. — Coupe de Pont-Evrat aux Langots (ligne A B de la figure 1).

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

menant une coupe par Pont-Evrat, Bois du Chapitre et Vauvrillons on constate à la cote 214 (Est de Pont-Evrat) la présence de craie à *Micr. cor anguinum* (Mlle Hure), ainsi qu'à Joncheroy (cote 230) alors que les Vauvrillons montrent la craie E à 185. (Voir fig. 2). A moins de supposer un plongement anormal des assises depuis les Vauvrillons jusqu'à Pont-Evrat, que rien ne justifie dans la stratification des assises de la craie de Fournaudin, il faut admettre que la faille de Pont-Evrat se coude brusquement dans les Bois du Chapitre et prend la direction subméridienne qui est celle du ru de Cerilly. La dénivellation entre Pont-Evrat serait de l'ordre de 50 à 60 m., égale aux épaisseurs de Coniacien H : 20 m. + Coniacien G : 30 + Turonien F : 30 m. = 80 moins la différence des cotes d'altitude 214 — 185 = 29, [80 — 29 = 51]. Cette valeur se rapproche de celle constatée pour la faille de Pont-Evrat W-E. Il s'agit donc du même accident géologique.

Les importantes sources de Cerilly, depuis longtemps captées par la Ville de Paris se trouvent dans le prolongement nord de cette faille présumée. Les expériences de coloration à la fluorescéïne pratiquées par les Services de la Ville de Paris ont démontré que le périmètre d'alimentation de cette source est peu filtrant. Même en été les pluies font augmenter la proportion du *B. Coli* à la source de Cerilly.

D'après M. Dienert : « l'inflexion brusque de la vallée du ru de Sevy vers une direction contraire à la pente générale d'écoulement des eaux semble montrer un faciès de fissuration de terrain un peu différent de celui constaté à l'amont. » D'autre part il remarque que la vallée de la Vanne est dépourvue d'émergences entre Flacy et Chigy. Or, l'existence d'une faille ou région faillée NS gagnant Cerilly explique à merveille : 1° l'émergence de Cerilly, qui serait la résurgence des eaux souterraines drainées par les cassures ; 2° l'absence des sources entre Flacy et Chigy, les cassures annexes de la faille du ru de Cerilly arrêtant l'écoulement en direction de la Vanne ; 3° le fait que les eaux du ru de Coulours, lors d'une expérience de coloration effectuée à 200 m. au Sud du village, ont coloré la Fontaine-Jardin située en amont de Cerilly.

L'aire de ces dislocations semble s'arrêter entre Cerilly et Rigny-le-Ferron et n'atteindre pas la rive droite de la Vanne où la succession des craies coniacienne et santonienne est régulière entre Bagneaux et Saint-Benoît-sur-Vanne. Les études poursuivies sur le périmètre d'alimentation de la Source Gaudin près Flacy témoignent aussi d'une fissuration par diaclases multiples,

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

les eaux de Flacy demeurant toujours pures. Il y a également moins de *B. Coli* que dans les autres sources de la région (M. Dienert).

III. — Argiles a silex. — Cailloutis a silex.

Je distingue dans la région d'Othe : 1° L'argile à silex *vraie*. Elle résulte du délayage prolongé de la craie à ses affleurements exposés directement à l'action des agents météoriques. La formation ainsi constituée demeure normalement en contact avec la masse crayeuse, elle remplit les cavités créées dans celle-ci dans le cours d'un régime karstique antérieur, elle est plus ou moins entraînée sur les pentes des vallons actuels par le processus de leur creusement.

2° L'argile à silex *stricto sensu* ou limon à silex. Elle couronne normalement les sables et argiles d'âge tertiaire, attribués au Sparnacien (e_{IV}) ; Leymerie donne la coupe d'un terrier à Villadin (Stat. géol. de l'Aube, Atlas, pl. 3, fig. 1) qui montre très exactement cette superposition. Quelques exploitations actuelles des argiles sparnaciennes permettent encore de la vérifier. A la Tuilerie de Vauchassis-route de Prugny, à la cote 250, sommet du plateau, on voit, sur 0,60 à 1 m. une argile brunâtre à silex peu nombreux, surmontant l'argile rouge sous-jacente dépourvue de silex provenant de l'altération de l'argile sparnacienne. Ces limons à silex occupent des étendues assez vastes au sommet des plateaux. Ils ravinent à peine le Sparnacien et deviennent souvent sableux. Les éléments de silex qu'ils renferment ne pouvant évidemment être arrachés aux argiles sparnaciennes sont originaires de masses crayeuses qu'on peut imaginer pointant entre les dépressions où se sont accumulés les argiles et les sables au début de l'Éocène dans la région d'Othe. La destruction ou tout au moins l'amoindrissement de ces masses s'est progressivement poursuivie jusqu'à la pénéplanation complète qui était achevée à la fin du Pliocène [1]. Les limons à *silex* seraient ainsi les résidus d'une série de phénomènes ayant abouti à un aplanissement des surfaces émergées de la craie. Ils correspondent à l'*Argile ocreuse* définie dans la notice explicative de la feuille de Troyes (1re édition) comme une argile à silex en veinules, poches ou amas isolés et notée e_{IV}.

Entre Boullay-Fontaine et Saint-Phal, il existe de nombreux

1. J. Milley. Les pays de la bordure sud-est du Pays d'Othe. Auxerre, 1934, *passim*.

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

placages d'épaisseurs assez variables, bourrés de silex, assez peu limoneux et dont la composition est celle de produits plus ou moins remaniés par les eaux ou lavés. Les gros éléments sont très peu roulés. Ces lambeaux qu'on peut dénommer « Cailloutis à silex » sont notés M ou e_{IV} sur la feuille actuelle de Troyes. Ils s'étagent sur les pentes sud de l'Othe. On les voit à partir de la ligne d'altitude 240 (Voir fig. 3). Leurs cotes d'altitude décroissent régulièrement lorsqu'ils s'éloignent du rebord de la cuesta méridionale et s'arrêtent à la ligne d'altitude 140. On rencontre quelquefois dans les fonds de vallons des amas irréguliers de ces cailloutis ; mais ils proviennent de la destruction d'amas principaux au cours du creusement qui a abouti aux thalwegs actuels. Si l'on considère seulement les dépôts principaux on obtient une courbe concave qui se relève et atteint les parties

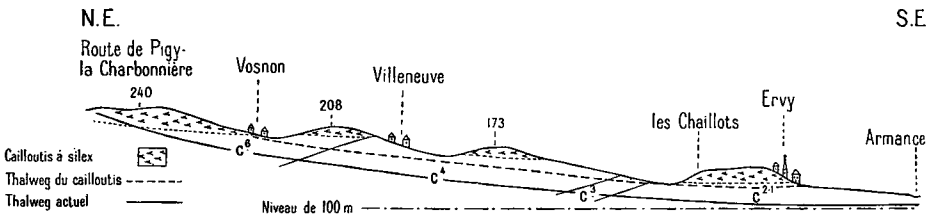


FIG. 3. — Profil des cailloutis à silex du bord méridional du Pays d'Othe.

hautes du revers de l'Othe. Ces dépôts témoignent du creusement ou mieux du recul progressif de la surface structurale de la cuesta d'Othe. Ils se tiennent à 30-40 m. au-dessus des thalwegs actuels des nombreux petits rus entre Sormery et Saint-Phal. On les suit jusqu'à proximité de l'Armance. Entre Ervy et les Chaillots, il y a dans la Forêt d'Ervy une étendue considérable de limons à silex. De même près de Soumaintrain (feuille de Tonnerre), près le Chaillot, une vaste surface est couverte de terres à silex. Ces régions ont un sous-sol de Gault, et il est évident que les limons à silex qui s'y trouvent ont été amenés par des eaux courantes. L'altitude maxima atteinte par ces deux dépôts d'Ervy et de Soumaintrain est de 154 m., dépassant de 15 à 25 m. celle atteinte par des amas voisins. Ces derniers ont pu assurément être plus ou moins décapés. Mais il faut retenir que les gros amas, éloignés de l'Othe, n'ont plus l'allure de simples placages et ont une épaisseur notable. On peut dès lors imaginer que les eaux courantes qui arrachaient les argiles et les silex du plateau perdaient leur vitesse en se rapprochant du cours d'eau formant niveau de base,

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

l'Armance, et accumulaient à leurs embouchures les matériaux qu'elles n'avaient plus la force de charrier davantage. Les cailloutis d'Ervy et de Soumaintrain peuvent être assimilés à des cônes de déjections torrentiels.

La courbe dessinée par les cailloutis à silex ne se raccorde pas avec la plaine alluviale de l'Armance au droit d'Ervy et de Soumaintrain. Il est fort difficile d'obtenir par observation directe les altitudes inférieures des amas qui avoisinent ces deux localités. L'Armance est à Ervy à 118 m. Au cimetière d'Ervy on trouve des limons bruns qui semblent occuper la base de l'amas de la Forêt qui se développe au delà, et qui sont à la cote 140. A Soumaintrain, l'Armance est à 114 m. et le cailloutis à silex du Bois des Brosses a sa base à environ 140 ou 145 m. Ces cailloutis dominent donc la plaine alluviale de 22 à 30 m. Ils peuvent ainsi être rattachés aux terrasses qui occupent le niveau de 30 m. dans le Bassin de l'Yonne et de la Seine.

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

OBSERVATIONS SUR DES *CALLIPTERIS*

PAR **Alfred Carpentier** [1].

PLANCHE II et III.

On admet généralement que le genre *Callipteris* se rattache plus ou moins directement aux Ptéridospermées. D'après David White [2] les *Supaia* du Permien de l'Arizona et les *Thinnfeldia* triasiques se relieraient au rameau des *Callipteris*, ptéridospermées du Permien inférieur. M. Florin [3] place les *Callipteris* parmi les Cycadofilicinées dans une étude comparée des cuticules et stomates des gymnospermes actuelles et fossiles. M. Harris [4] note les ressemblances de port des frondes *Lepidopteris* rhétiens et des *Callipteris* et souligne les affinités des deux genres avec les Ptéridospermées.

I. — QUELLES SONT DONC LES INFLORESCENCES ET LES GRAINES DES *CALLIPTERIS* ?

A. Graines et inflorescences femelles.

1. Observations de Grand'Eury [5].

« L'étude de la flore du boghead d'Autun (Saône-et-Loire) montre l'association étroite de petites graines (*Carpolithus variabilis* G. E.) et des pennes du *Callipteris conferta*... ; les graines ne sont pas attachées aux feuilles... ; elles sont attachées à de fins rameaux ; un bouquet de ces graines se trouve fixé à un rachis rappelant ceux de *Callipteris*... » Les inflorescences ont dû être séparées des feuilles ; Grand'Eury n'ayant pas trouvé aux mines de Margenne et des Télots (Saône-et-Loire) l'inflores-

1. Note présentée à la séance du 15 février 1937.

2. D. WHITE. Flora of the Hermit Shale, Grand Canyon, Arizona. *Carnegie Institution Washington*. Publ. 405, 1129.

3. R. FLORIN. Untersuchungen zur Stammesgeschichte der Coniferales und Cordaitales. *Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar*. Ser. 3, Band 10, n° 1, S. 504, 1931.

4. T.-M. HARRIS. The fossil flora of Scoresby Sound East Greenland. Part. 2, *Meddelelser om Grönland*. Bd. 85, n° 3., S. 58-70, 1932.

5. C. GRAND'EURY. Sur les graines et inflorescences des *Callipteris*. *CR. Ac. Sc.*, t. 143, p. 665-66 ; 5 nov. 1906.

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

cence décrite par Renault sous le nom de *Cycadospadix milleryensis* [1] ne croit pas que cette inflorescence puisse se rapporter aux *Callipteris* du type *C. conferta*.

2. **Graines du type *Carpolithus variabilis*** GRAND'EURY. PL. II, 1 et 2.

Dans les collections de l'École des Mines de Paris se trouve une plaque de schiste bitumineux des Télots, sur laquelle sont éparses de nombreuses petites graines parmi des pennes du *Callipteris conferta* STERNB. [2] : aucune de ces graines n'est attachée.

Elles sont subovoïdes, mesurent de 5 à 6 mm. de longueur sur 4 ou 5 mm. de largeur, possèdent une petite marge; leur tégument épais, charbonneux, est formé d'éléments allongés et de cellules isodliamétriques (pl. II, fig. 3 et 4); un fragment montre une ouverture étroite, entourée de plusieurs cellules (fig. 5) rappelant la disposition des cellules sus-stomatiques du *Callipteris conferta*, d'après Florin [3] ou de certain *Alethopteris* [4], genre de ptéridospermée allié aux *Callipteris*.

3. **Observations faites à Lodève (Hérault).**

On sait que les schistes ardoisiers de Lodève ont fourni de nombreux et variés *Callipteris*, qui ont été en partie étudiés par R. Zeiller [5].

Des recherches prolongées ne m'ont livré aucune connexion entre des feuillages de *Callipteris* et des inflorescences ou graines ; on n'y trouve plus, il est vrai, de belles empreintes de *Callipteris*; les graines ne sont pas rares, surtout de petites graines ailées ressemblant aux *Samaropsis* et d'autres graines cycloïdes, plates ou légèrement bombées (g. *Cordaicarpus*, g. *Cyclocarpon*) [6]; parfois on observe quelques graines du type *Carpolithus variabilis* GRAND'EURY. J'ai recueilli plusieurs fois des feuilles de *Cordaites* (*C. principalis*) : on attribue généralement aux *Cordaites* des graines ailées du type *Samaropsis* ; Zeiller [7] cependant rapporterait au *C. principalis* le *Cordaicarpus* (*Cyclocarpon*) *Cordai* GEINITZ sp. Quoi qu'il en soit, il reste pour les *Callipte-*

1. Cf. A.-C. SEWARD. Fossil Plants, III, p. 141, 142, 338, 1917.
2. Je remercie M. Piveteau qui m'a confié ce spécimen.
3. R. FLORIN, *loc. cit.*, pl. 55, fig. 2.
4. A. CARPENTIER. Étude de végétaux à structure conservée. *Mém. et Travaux des Facultés catholiques de Lille*, XL, p. 13, pl. X, 2, 8, 1932.
5. R. ZEILLER. Contribution à l'étude de la flore ptéridologique des schistes permiens de Lodève. *Ann. Musée Histoire naturelle Marseille.* Sér. II, t. I, p. 9-68 ; pl. II-IV, 1898.
6. Cf. *B. S. G. F.*, s. 5, t. I, p. 193, t. II, p. 5-6, 1931 et 32.
7. R. ZEILLER. Flore fossile. Bassin houiller de Valenciennes, p. 646, 1888.

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

ris de petites graines du type *Samaropsis* ou voisines [1] et du type *Carpolithus variabilis*.

On trouve souvent à Lodève les cônes du *Walchia piniformis*. J'ai recueilli quelques empreintes de cônes différents, plus lâches, à écailles ligneuses, dont les pédicelles sont striés et dont la portion distale élargie paraît lobée; ces cônes gisent parmi des empreintes de *Callipteris* (pl. II, 6 et 7).

On remarque parfois, isolés sur les plaques schisteuses, de petits disques lobés. M. Harris m'a fait remarquer la ressemblance de ces empreintes et de certains disques séminifères attribués par lui au *Lepidopteris Ottonis* [2].

B. **Inflorescences mâles.**

Grand'Eury, dans la note précitée [3], attire l'attention sur des organes ressemblant à de grands *Crossotheca* trouvés parmi les feuillages des *Callipteris*. Cette observation est à rapprocher de celles que M. Thomas [4] a faites dans les couches de Molteno (Natal), du Trias moyen : des inflorescences mâles (g. *Pteruchus*) ressemblant à des *Crossotheca*, porteurs de nombreux microsporanges, appartiennent aux plantes à graines du type *Dicroidium* (ou *Thinnfeldia*), rameau qui prolonge les *Callipteris* du Permien; ces inflorescences sont comparables à certaine forme du Permien de Bohême et de Silésie, décrite par Gœppert [5] sous le nom de *Dictyothalamus schrollianus*, forme signalée aussi dans le Permien du Maroc [6].

II. — Observations sur les *Excipulites* trouvés sur le limbe du *Callipteris conferta*.

On a souvent signalé sur le limbe de cette plante de petites ponctuations arrondies, déprimées en leur centre [7]. A. Bron-

1. Cf. Seward, *loc. cit.*, p. 338.
2. Harris, *op. cit.*, p. 65.
3. Grand'Eury, *loc. cit.*, p. 666.
4. H. Hamshaw Thomas. On some pteridospermous plants from the Mesozoic rocks of South Africa. *Phil. Trans. Roy. Soc. London.* Ser. B, vol. 222, p. 245, 1933.
5. Gœppert. *Die fossile Flora der Permischen Formation*, s. 164, t. 24, fig. 4-6, t. 25, fig. 1-4, 1864-65.
6. Cf. *Notes et Mémoires. Service des Mines et de la Carte géologique du Maroc*, 1930, p. 33.
7. Cf. Potonié. Die Flora des Rothliegenden von Thüringen. *Abh. d. Kgl. Preuss. geol. Landesanst.* N. F. Heft 9. II, p. 19-25. 1893. — Gothan in Potonié. Abbildungen u. Beschreibungen fossiler Pflanzen-Reste, Lief. V, 1907, 85, p. 4.

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

gniart [1] a même décrit, sous le nom de *Pecopteris punctulata*, des frondes de cette espèce, dont les pinnules montrent « de petites ponctuations qui ont l'air de petites glandes concaves et qui sont éparses et sans aucune relation avec les nervures ». Zeiller [2] écrivait sur ce point en 1892 : « On a pris autrefois ces ponctuations pour des fructifications, mais on n'y voit plus aujourd'hui que des champignons parasites comparables aux *Excipula* vivants et qu'on a désignés sous le nom d'*Excipulites Callipteridis*. » Les *Excipulites* sont classés parmi les *Fungi imperfecti* et avec doute dans la famille des Excipulacées dans le Manuel de paléobotanique de M. Hirmer [3]. Quelques pennes du *C. conferta* portant de petites ponctuations sont ici figurées :

Pl. III, 1. — Penne vue face supérieure, nervation peu apparente, ponctuations arrondies ou ovoïdes, munies en leur centre d'une cicatrice arrondie, disposées entre les nervures jusqu'au bord du limbe, enfoncées dans le limbe; les plus grosses (0,5 mm. de longueur) situées sur le rachis.

Pl. III, 2 et 2 *bis*. — Pennes faisant partie de la région supérieure d'une fronde, nervures saillantes, face supérieure, grosses ponctuations situées symétriquement de chaque côté du rachis et entre les nervures [4].

Pl. III, 3 et 4. — Fragments de pennes, petites et nombreuses ponctuations marquant l'emplacement des nervures, ou placées près des nervures.

L'examen superficiel amène à conclure que ces ponctuations sont d'ordinaire entre les nervures, enfoncées dans le limbe, munies d'une cicatricule en leur milieu (pl. III, 2 et 2 *bis*).

L'étude microscopique montre une cavité nettement circonscrite dans le limbe; les ponctuations ont une paroi épaisse : extérieurement un réseau à mailles allongées ou polygonales, intérieurement un réseau à mailles polyédriques plus petites, épaisses, ayant l'aspect de cristallisations ou de cellules pierreuses; dans ces petites mailles, un réseau plus fin formé de filaments (?) enchevêtrés (pl. III, 5-9).

Somme toute, la forme des ponctuations étudiées rappelle assez bien celle de certains périthèces ou pycnides de Pyrénomycètes (Sphæriacées) [5]. La paroi épaisse, se résolvant en un *reticulum*, ressemble à celles des périthèces à péridie dense, par

1. A. Brongniart. Histoire des Végétaux fossiles, p. 295, pl. 93, fig. 1 et 2, 1838.

2. Zeiller. Bassin houiller et permien d'Autun et d'Épinac. Fasc. II. Flore fossile, p. 91. *Études des Gites minéraux*. 1890.

3. Hirmer. *Handbuch der Paläobotanik*, p. 121, 1927.

4. Cf. *B. S. G. F.*, s. 5, t. I, p. 192, pl. X, 8, 1931.

5. Opinion déjà soutenue par J. Schuster.

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

exemple à celles des *Sphærotheca* (Périsporiales) ; mais il faut ajouter que les cuticules présentent très souvent de ces apparences réticulées, alvéolées. La découverte d'asques entraînerait seule la conviction.

L'hypothèse d'organes glandulaires (au contenu précipité), d'accord avec les caractères xérophiles du *Callipteris conferta* ne doit pas être rejetée ; la disposition régulière des ponctuations sur les spécimens de provenance éloignée paraît aussi plaider en faveur de structures mêmes de la plante. Un genre voisin (*Lepidopteris*) montre sur le limbe et les pinnules des sortes de protubérances ou tubercules, cutinisés, comme on en remarque chez des plantes succulentes modernes [1].

Conclusions.

1. De petites graines (*Carpolithus variabilis*) sont figurées ; elles proviennent des schistes bitumineux d'âge permien des Télots (Saône-et-Loire) ; ce sont ces graines que Grand'Eury attribuait, mais sans preuve péremptoire, aux *Callipteris* du groupe *C. conferta* Sr. A Lodève, les graines trouvées le plus souvent dans les schistes sont des *Samaropsis* ou graines voisines de ce type.

Vu les affinités admises des *Callipteris* avec certain rameau des *Ptéridospermées* paléozoïques et d'autre part avec les *Lepidopteris* ou la série des *Thinnfeldia* rhéto-triasiques, il n'est pas sans intérêt de remarquer, dans les schistes permiens de Lodève, des petits disques lobés ressemblant aux réceptacles séminifères récemment attribués aux *Lepidopteris* et de noter la découverte, dans des gisements permiens distants (Bohême, Autun, Maroc), d'organes microsporangifères comparables aux *Crossotheca* carbonifères et aux *Pteruchus* triasiques.

2. De petites ponctuations sont décrites, sur le limbe des folioles du *Callipteris conferta*. Leur vraie nature échappe à l'analyse.

1. Cf. E. Antevs. *Lepidopteris Ottonis* (Göpp.) Schimp... *Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar*. Bd. 51, n° 7.

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

EXPLICATION DES PLANCHES II ET III.

Planche II.

Fig. 1 et 2. — Pennes du *Callipteris conferta* St. et *Carpolithus variabilis*. Gross. 1.5/1. *Localité* : les Télots (Saône-et-Loire).
Fig. 3 et 4. — *Carpolithus variabilis*, cellules du tégument. Gr. 226/1 et 148/1.
Fig. 5. — *Id.* stomate. Gr. 390/1. Même provenance.
Fig. 6 et 7. — *Strobilites* sp. Empreintes de cônes. Gr. 1.6/1. *Localité* : Lodève.

Planche III.

Fig. 1. — *Callipteris conferta*. Penne à nombreuses ponctuations. Gr. 1.6/1.
Fig. 2 et 2 *bis*. — *Id.* Petite penne, ponctuations grossies 4/1 et 9.6/1.
Fig. 3 et 4. — *Id.* Fragments de pennes à nombreuses et minuscules ponctuations alignées. Gr. 1.7/1.
Fig. 5. — *Id.* 2 ponctuations de la figure 1, entre lame et lamelle. Gr. 46/1.
Fig. 6. — *Id.* Une ponctuation, paroi externe craquelée, intérieur grumeleux. Gr. 140/1.
Fig. 7. — *Id.* Réseau superficiel, 120/1.
Fig. 8. — Réseau interne, 240/1.
Fig. 9. — Aspect vermiculé dans ce réseau, 715/1.

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

Faune des steppes froides a Spermophile et climats du Pleistocène supérieur aux Pyrénées

par **Gaston Astre** [1].

Les vues classiques sur les climats du Quaternaire froid dans le Sud-Ouest de la France et aux Pyrénées. — Après la faune à caractère chaud du Paléolithique ancien vivait en Europe au Paléolithique récent la faune froide dont le Renne et le Mammouth sibérien sont les types les plus représentatifs. Cette faune, Boule a insisté sur ce fait [2] qu'on ne peut guère la subdiviser dans le temps et qu'elle forme un tout homogène. Mais dans l'espace elle se disjoint naturellement en groupes climatiques régionaux, se juxtaposant ou se succédant dans le détail, et entre lesquels se répartissent, à côté des espèces fondamentales, d'autres espèces plus sensibles aux conditions du milieu, dont on juge d'après leur comportement actuel dans le monde vivant.

Il est notamment de connaissance classique que Saïga, Spermophile et Lagomys habitent les steppes froides proprement dites, Lemming à collier, Lemming obensis et Renard polaire vivent dans les steppes glacées ou toundras [3], tandis que le Cerf Elaphe fréquente plus volontiers les forêts.

En ce qui concerne le Sud-Ouest de la France, Harlé, qui a appliqué tant de persévérance à l'étude des faunes quaternaires, a maintes fois insisté sur l'opposition que présentaient sous un tel rapport les pays au Nord de la Garonne (Charente, Dordogne, Bordelais, périphérie du Massif Central) et ceux qui s'étendent au Sud de ce fleuve. Les premiers étaient occupés au Pleistocène supérieur par des steppes sèches et froides, avec Saïgas et Spermophiles ; les seconds, où ces animaux n'avaient pas été trouvés, devaient au contraire constituer, au voisinage des Pyrénées, une région plus humide. avec le Cerf comme animal caractéristique d'un régime de forêts. Le Renne se rencontre, bien entendu, dans l'un et l'autre de ces districts biologiques.

1. Note présentée à la séance du 1er mars 1937.

2. Boule (Marcellin). Les grottes de Grimaldi (Baoussé-Roussé). T. I, fasc. III, *Géologie et Paléontologie*, 1910. pp. 344-349.

3. Harlé (Édouard). Lagomys de la grotte de la Madeleine et Phoque de l'Abri Castanet (Dordogne). 1913. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 4e sér., t. XIII, pp. 342-351.

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

« Le Cerf, animal de forêts, — écrivait par exemple Harlé en 1899[1] — est rare dans les stations préhistoriques du nord de la Garonne, mais commun au contraire dans celles des Pyrénées. Ce fait concorde avec la présence du Saïga et du Spermophile dans la première contrée et leur absence de la seconde. Il montre que le climat sec des steppes, qui a régné au nord de la Garonne, ne s'est pas nettement étendu jusqu'au pied des Pyrénées où les pluies, provoquées par ces hautes montagnes, ont toujours entretenu une certaine humidité. ».

La même opinion est encore confirmée par les derniers travaux de cet auteur. Ainsi dans son étude sur le Porc-Épic des environs de Montréjeau, écrite en 1910, nous lisons[2]: « La faune des steppes, très répandue dans le Sud-Ouest de la France, n'a pas été rencontrée dans les Pyrénées, probablement parce que ces montagnes ont toujours provoqué d'abondantes chutes de pluie. »

Telles se résumaient les connaissances paléontologiques du temps de Harlé. Or cette vue ne peut plus être acceptée désormais sous une forme aussi absolue. Déjà quelques documents relatifs au Saïga engageaient à l'amender ; la découverte que je viens de faire du Spermophile à Saint-Jean de Verges, dans le département de l'Ariège, oblige encore plus à la modifier.

Le Saïga en Aquitaine et au Nord de la Garonne. — Pour situer la position du problème, nous rappellerons les stations de l'Antilope Saïga connues de Harlé dans le Sud-Ouest. Il en a fourni lui-même en 1893 une récapitulation[3]; nous l'énumérerons à nouveau, en la disposant par ordre géographique :

Grotte de Chaffaud, près de Civray (Vienne).
Grotte de Bellevue, près de Jonzac (Charente-Inférieure).
Grotte du Placard, à Rochebertier (Charente).
Grotte du Pont de la Trache, près de Cognac (Charente).
Abri de Laugerie-Basse (Dordogne).
Grotte des Eyzies (Dordogne).
Grotte de Raymonden, près de Périgueux (Dordogne).
Abri de Bourdeilles (Dordogne).

1. Harlé (Édouard). Catalogue de paléontologie quaternaire des collections de Toulouse. 1899. *Bull. Soc. Hist. natur. Toulouse*, t. XXXII, p. 39.

2. Harlé (Édouard). Porc-Épic quaternaire des environs de Montréjeau. 1910. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 4e sér.. t. X, pp. 740-745. Cf. p. 744.

3. Harlé (Édouard). Restes de Saïga du Sud-Ouest de la France. 1893. *Bull. Soc. Hist. natur. Toulouse*, 27e années, Procès-verbaux, séances du 18 janvier 1893, pp. IV-VII.

Harlé (Édouard). Porc-Épic quaternaire de Montsaunès (Haute-Garonne). 1898. *Bull. Soc géol. Fr.*, 3e sér., t. XXVI, p. 533, note infrapag. 2.

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

Grotte de L'Église, à Excideuil (Dordogne).
Abri des Champs-Blancs, à Bourniquel (Dordogne).
Grotte des Fées, près de Bourg (Gironde).
Abri de Lafaye, à Bruniquel (Tarn-et-Garonne).
Grotte de Forges, près de Bruniquel (Tarn).

Aux treize gisements précédents, Harlé en ajoutait en 1900, un quatorzième[1], toujours des mêmes régions, du Périgord préhistorique :

Entrée de la gorge d'Enfer, près des Eyzies (Dordogne).

Que la liste se borne à cela ou qu'elle doive s'accroître de quelques localités, elle décèle toujours une région homogène qui, sur la bordure Nord du bassin d'Aquitaine, fait face aux Pyrénées, mais qui en reste séparée par toute l'étendue des collines et des plaines sous-pyrénéennes.

Le Saïga aux abords des Pyrénées. — A côté de son aire précédente le Saïga se déplaçait-il dans ce pays sous-pyrénéen, en direction de la chaîne qui lui barrait l'horizon vers le Sud? On peut maintenant répondre par l'affirmative ; car nos connaissances ne se bornent plus aux seuls documents de Harlé.

En effet, entre 1924 et 1927, le Saïga quaternaire a été découvert dans les ossements fossiles du pays gascon par René de Saint-Périer qui en a recueilli des restes à Lespugue (Haute-Garonne), dans les trois grottes du lieu, d'abord à celle des Rideaux[2], ensuite à celle des Scilles[3], enfin à celle de Gouerris[4]. Assurément l'animal n'y était point rare, puisqu'il était représenté dans tant de gites du même endroit.

Dire que c'était la découverte du Saïga dans les gisements pyrénéens est peut-être excessif en une certaine manière. Les calcaires dans lesquels les grottes de Lespugue sont creusées font bien partie de l'édifice tectonique pyrénéen. Mais il ne s'agit plus que des ultimes affleurements du Crétacé supérieur des Petites-Pyrénées, disparaissant sous les coteaux mollassiques

1. Harlé (Édouard). Gisements à Saïga dans le Sud-Ouest de la France. 1900. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 3e sér., t. XXVIII, pp. 995-996.

2. Saint-Périer (René de). Les fouilles de 1923 dans la grotte des Rideaux à Lespugue (Haute-Garonne). 1924. *L'Anthropologie*, t. XXXIV, pp. 1-15.

3. Saint-Périer (R. de). Sur la présence de *Saïga tatarica* L. dans les gisements quaternaires des Pyrénées. 1924. *C. R. som. Soc. géol. Fr.*, 4e sér., t. XXIV, p. 35.
Saint-Périer (René de). La grotte des Scilles à Lespugue (Haute-Garonne. 1926. *L'Anthropologie*, t. XXXVI, p. 15-40.

4. Saint-Périer (René de). La grotte de Gouerris à Lespugue. 1927. *L'Anthropologie*, t. XXXVII, p. 233-276.

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

du pays gersois[1]. Ce n'est point là la chaîne pyrénéenne, dont le front septentrional ne se trouve qu'à 15 ou 20 km., plus au Sud ; et au point de vue climatique, le relief est ce qui importe le plus. En tout cas, si ces fouilles de Lespugue ne prouvaient pas que le Saïga eût atteint la vraie montagne, elles montraient du moins qu'il vivait sur les plaines et les collines qui s'étendaient à ses pieds.

Est-ce à dire qu'on n'eut pas quelque indice d'une position encore plus méridionale du Saïga? Dès 1873, Gervais avait rapporté à cette espèce, avec doute il est vrai, certains os des membres[2], recueillis par Piette dans la grotte de Gourdan, en face de Montréjeau, et que ce dernier[3] devait mentionner en 1875 dans l'étude du gîte. Harlé n'avait point retenu cette indication, non qu'il ait récusé la détermination, mais parce que ce gisement se trouvait trop en dehors de l'aire qu'il connaissait habituellement pour cette Antilope ; les os avaient pu être apportés de loin par quelques chasseurs.

Pourtant la présence de l'animal dans la région semble certifiée par la représentation que les hommes de l'âge de la Pierre en ont faite dans cette même grotte et qui en est précisément la plus belle gravure quaternaire connue[4].

On trouve aussi en 1885 mention du Saïga dans un travail de Frossard[5] sur la grotte des Espélugues à Lourdes, de situation identique à celle de Gourdan, face à la plaine.

Les découvertes de Lespugue engagent à redonner aux restes de Gourdan toute leur importance. A Gourdan on se trouve sur le front septentrional de la chaîne pyrénéenne, pas dans l'enceinte des montagnes, mais directement au-dessus de la plaine. Une constatation en résulte : le Saïga vivait sur cette plaine et sur les coteaux adjacents ; il pouvait se réfugier dans cette caverne qui dominait son habitat, ou bien ses restes y étaien apportés par l'homme. Mais cela ne prouve pas encore que

1. Carte géologique détaillée de la France, à 1 : 80.000e. Feuille n° 241 (Saint-Gaudens).

2. Gervais. 1873. *Journal de Zoologie*, t. II, p. 229.

3. Piette (Ed.). Sur de nouvelles fouilles dans la grotte de Gourdan. 1875. *Bull. Soc. Anthropol. Paris*, 2e sér., t. 10, p. 279-296.

4. Piette (Ed.). Études d'ethnographie préhistorique. VII. Classification des sédiments formés dans les cavernes pendant l'âge du Renne. 1904. *L'Anthropologie*, t. XV, p. 129-176. Cf. p. 150, fig. 34.

Piette. L'Art pendant l'âge du Renne. 1907. 1 vol. in-4°, Paris, Masson, Pl. LXXXIII, fig. 5.

5. Frossard (Ch.-L.). La grotte de Lourdes, dite l'Espélungue ou les Espélugues. 1885. *Bull. Soc. Ramond*, t. 20, pp. 117-130, 1 pl.

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

cet animal de steppes ait vécu dans la chaîne elle-même, en arrière des premiers chaînons, dans le domaine vraiment de montagne.

Le Spermophile en Aquitaine et au Nord de la Garonne. — Comme pour le Saïga, les gisements de Spermophile connus de Harlé se situent tous au Nord de la Garonne et sont même plus localisés dans le Nord du bassin d'Aquitaine. Ils sont d'ailleurs bien plus rares, quoique se rapportant à un Mammifère de même type climatique. Comme il s'agit de l'espèce qui motive la présente étude, nous rappellerons ces gisements, toujours dans un ordre géographique, mais avec une brève indication sur leur découverte :

Grotte du Placard, à Rochebertier (Charente). De Maret y trouva dans le Magdalénien le Spermophile [1] que Harlé rapprochera plus tard [2], d'après six mandibules et une demi-mâchoire supérieure recueillies par M. Fermond, de *Sp. superciliosus,* forme très voisine de *Sp. rufescens.*

Grotte de Cro-Magnon (Dordogne). Un fémur de *Spermophilus*, sans précision spécifique, dans le Magdalénien.

Grotte des Eyzies (Dordogne), Solutréen-Magdalénien. Mandibule et vertèbres, étudiées comme la pièce de Cro-Magnon par Ed. Lartet, d'un Spermophile qu'il compara à *Sp. erythrogenys*. Notons-le : c'est dès 1868 que cet éminent paléontologiste [3] a signalé cet animal à Cro-Magnon et aux Eyzies ; et Cartailhac [4] rappelait en 1891 que c'était là la découverte initiale du Spermophile dans les cavernes du Sud-Ouest.

Grotte de Raymonden, près de Périgueux (Dordogne), Magdalénien. Humérus et tibia conservés au Musée de Périgueux, collection Hardy, n° 64 et 69 [5].

Abri Mège, à Teyjat (Dordogne). *Sp. rufescens* au Magdalénien de la collection Bourrinet [6].

1. Maret (A. de). Fouilles de la grotte du Placard près de Rochebertier (Charente). 20 p. (Extrait des C. R. du Congrès archéologique de Vienne.) *In* : *Matériaux pour l'hist. prim. et natur. de l'homme*, 1881, 16e vol., pp. 229-233.

2. Harlé. Sur les Spermophiles trouvés à Rochebertier (Charente). 1892. *Bull. Soc. Hist. natur. Toulouse,* 26e année, Procès-verbaux, séance du 6 janvier 1892. pp. III-IV.

3. Lartet. 1868. *Annales des Sciences natur.*, 5e sér., t. X, p. 156 ; une analyse de ce travail se trouve sous le titre suivant : Remarques sur la faune de Cro-Magnon, par M. Ed. Lartet. *Matériaux pour l'hist. prim. et natur. de l'homme*, 5e année, 2e sér., p. 105-108. 1869.

4. Cartailhac. Les Spermophiles de nos cavernes. 1891. *Bull. Soc. Hist. natur. Toulouse*, 25e année, Procès-verbaux, séance du 14 décembre 1891, p. XLIV.

5. Harlé (Éd.). Sur les restes de divers rongeurs quaternaires du Sud-Ouest de la France et sur le climat de cette région à la fin du Quaternaire. 1893. *Bull. Soc. Hist. natur. Toulouse*, 27e année, Procès-verbaux, séance du 15 février 1893, pp. IX-XIV.

6. Harlé (Édouard). Lemming à collier (*Myodes torquatus* Pall.) de Teyjat

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

Grotte de Pair-non-Pair, à Marcamps, près de Bourg-sur-Girondé (Gironde), dans une couche à silex magdaléniens et dans une autre qui est post-moustérienne. Daleau y trouva de nombreuses mandibules, brièvement mentionnées par Lataste [1] en 1884 et attribuées à *Sp. rufescens* en 1891 par Harlé [2].

Grotte des Fées, à Marcamps, près de Bourg-sur-Gironde. Mandibule et os des membres recueillis par Daleau dans le Magdalénien et et rapportés par Harlé [3] à l'espèce *rufescens*.

A ces localités figurant dans les travaux de Harlé, on peut en ajouter quelque autre, toujours de la même contrée. Boule a identifié en 1899 le Spermophile [4] à Châteauneuf-sur-Charente (Charente).

Le Spermophile aux Pyrénées : sa découverte à Saint-Jean de Verges. — A ma connaissance aucune indication bibliographique ne mentionne le Spermophile dans le domaine sous-pyrénéen ou pyrénéen ; sous ce rapport nous devons nous en tenir à l'opinion de Harlé, justifiée à l'époque où il l'a émise et restée jusqu'à présent confirmée.

On trouve bien une citation de Spermophile dans la littérature géologique des Pyrénées : c'est dans l'inventaire des faunes de grottes des Hautes-Pyrénées qui figure dans le précieux ouvrage de Carez sur la Géologie des Pyrénées françaises, pour la feuille de Tarbes et celle de Luz [5] ; mais on remarque que toute précision de gisement est absente, et pour cause ! Quand on remonte au mémoire original que cette indication rappelle, on voit qu'il s'agit du travail de Martins et Collomb sur le glacier d'Argelès [6]. Ce travail est suivi d'un appendice intitulé

(Dordogne). 1906. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 4e sér., t. VI, p. 11. — Nouvelle découvertes de Lemming à Teyjat (Dordogne). 1911. *C. R. som. Soc. géol. Fr.*, 4e sér., t. XI, p. 167. — Nombreux restes de Lemming dans la station préhistorique de l'abri Méje, à Teyjat (Dordogne). 1912. *C. R. som. Soc. géol. Fr.*, 4e sér., t. XII, p. 119.

1. Lataste (F.). Catalogue provisoire des Mammifères sauvages non marins du département de la Gironde. 1884. *Actes Soc. linnéenne Bordeaux*, t. 38, p. 27.

2. Harlé. Saïgas et Spermophiles quaternaires de Bourg (Gironde). 1891. *Bull. Soc. Hist. natur. Toulouse*, 25e année, Procès-verbaux, séance du 4 novembre 1891, pp. xxxvi-xxxix. — Nehring. *Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin*, 17 nov. 1891.

3. Harlé. *Loc. sup. cit. Bull. Soc. Hist. natur. Toulouse*, 25e année, P.-v., séance du 4 nov. 1891.

4. Boule (Marcellin) et G. Chauvet. Sur l'existence d'une faune d'animaux arctiques dans la Charente à l'époque quaternaire. 1899. *L'Anthropologie*, t. X, pp. 315-317.

5. Carez (L.). La géologie des Pyrénées françaises. Fasc. 2, feuilles de Tarbes et de Luz. 1904. P. 973.

6. Martins (Ch.) et Ed. Collomb. Essai sur l'ancien glacier de la vallée d'Argelès (Hautes-Pyrénées). 1867. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 2e sér., t. 25, pp. 141-166.

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

« Faune correspondant à l'époque glaciaire dans la plaine sous-pyrénéenne » ; et cet appendice lui-même se borne à transcrire une liste générale fournie par Édouard Lartet et intitulée initialement par ce paléontologiste « Faune du Sud-Ouest de la France pendant l'époque quaternaire ». Le « *Spermophilus,* voisin du *S. Parryi* RICHARD » qui y est mentionné est sûrement celui que Lartet connaissait des grottes de Dordogne ; c'est par suite d'une confusion, ou tout au moins d'une modification inaperçue des titres successifs, qu'une telle note pourrait faire croire à une citation de Spermophile aux Pyrénées.

Aussi quelque intérêt s'attache-t-il à la découverte dont le présent travail a pour but de faire état et qui montre cette espèce dans la partie ariégeoise des montagnes.

Il existe, à Saint-Jean-de-Verges (département de l'Ariège), une petite grotte, appelée *Tutto de Camayot*, qu'un préhistorien bien connu pour le soin méticuleusement scrupuleux qu'il apporte à toutes ses fouilles, M. Vézian, explore depuis plusieurs années. La masse d'ossements et d'objets recueillie est considérable ; M. Vézian a eu l'amabilité de m'en demander l'étude géologique et paléontologique.

C'est là, dans un Aurignacien moyen aussi bien caractérisé que possible sous le rapport archéologique, au sein d'une faune pléistocène froide comprenant au moins une trentaine d'espèces de Mammifères et d'Oiseaux, que j'ai reconnu un reste typique de Spermophile.

Il s'agit d'une moitié droite de mandibule (fig. 1), avec l'incisive et la première molaire encore en place. La série des alvéoles de toutes les molaires inférieures atteint une longueur de 12 mm. 5.

FIG. 1-2. — Spermophile (mâchoires inférieures) : *1*, de la Tutto de Camayot, à Saint-Jean-de-Verges (Ariège) ; — *2*, de la grotte des Eyzies (Dordogne), coll. et det. Ed. Lartet, Muséum de Toulouse. — Grandeur naturelle.

Possédant tous les caractères du genre, cette mandibule est identique à celle figurée par Gervais dans sa Paléontologie française (pl. 46, fig. 9-9 *a*) ; sa taille est à peine un peu plus forte. Je l'ai comparée à une mandibule provenant de la grotte des Eyzies (collection Ed. Lartet), conservée au Muséum de Tou-

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

louse sous le nom de *Spermophilus erythrogenys* BRANDT et qui est certainement la pièce mentionnée par Lartet, en 1868, de cette localité de Dordogne (fig. 2) : je n'ai pas relevé de différence.

Le Spermophile quaternaire de l'Europe occidentale est généralement désigné sous le nom de *Sp. superciliosus* : forme pléistocène bien voisine du *Sp. rufescens* KEYS. et BLAS., le grand Spermophile vivant des steppes de l'Est de la Russie. Elle en est si voisine que beaucoup d'auteurs la rattachent à cette dernière.

La présence du Spermophile à Saint-Jean-de-Verges étend donc singulièrement vers le Sud son aire de répartition.

Ainsi *le Spermophile a fait partie, au Pléistocène supérieur, de la faune réellement pyrénéenne*, puisque cette localité est située à l'intérieur des premiers contreforts de la chaîne. Il est à inscrire au catalogue des Mammifères que dans les Pyrénées les hommes de la Pierre taillée connurent. Les fouilles de la Tutto de Camayot ont livré un document de première importance.

On ne peut objecter ici qu'il s'agit peut-être d'un animal qui, dans la plaine voisine de Pamiers, aurait été la proie d'un de ces Rapaces nocturnes qui se nourrissent de petits Rongeurs et qui, après digestion en rejettent poils et débris en une boule de déchets, parfois à quelque distance du lieu de capture. A peu près intacte la mandibule est trop grande pour se prêter à une telle supposition.

On ne peut non plus rééditer l'objection de Harlé pour le Saïga de Gourdan. Si une Antilope peut constituer un butin de chasse ramené de loin par des hommes en quête de subsistance, il n'en est plus de même pour un tout petit Rongeur, surtout que le gros gibier ne faisait point défaut au voisinage, ainsi que le montrent les ossements abandonnés dans la grotte.

L'interpénétration des climats régionaux au Pléistocène supérieur froid de l'Ariège. — Nous venons donc de voir comment *la révision des documents relatifs au Saïga faisait étendre jusqu'à la lisière des Pyrénées l'aire des steppes froides.* D'une manière toute concordante et plus démonstrative, *le progrès de nos connaissances sur le Spermophile vient de nous la faire insinuer jusqu'à l'intérieur même de cette chaîne.*

D'ailleurs quand on remarque la fréquence du Cheval quaternaire sur le front des Pyrénées, on trouve ces conclusions toutes naturelles. Le Cheval n'est pas animal de forêts et fait penser

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

bien plutôt aux plaines actuelles de l'Europe sud-orientale, dont les analogies avec les steppes continentales, froides l'hiver, sont évidentes.

Indépendamment donc de son intérêt quant au domaine géographique des Spermophiles, la découverte de Saint-Jean-de-Verges nous éclaire sur les climats quaternaires. Deux considérations en découleront.

Première considération : *l'âge du Spermophile en Ariège.* Il est à la Tutto de Camayot dans l'Aurignacien moyen le plus indiscutablement daté, au milieu d'une faune froide où le Renne déjà abonde. Dans les gisements du Nord de la Garonne nous avons vu qu'il était plutôt postérieur, du Solutréen et surtout du Magdalénien. Cette différence peut simplement tenir à ce que les conditions de conservation ont été plus favorables aux couches d'un certain âge dans une région plutôt que dans l'autre. En tout cas elle ne nous autorise pas à voir, dans les gites pyrénéens, des points de pénétration extrême d'une faune initialement périgourdine. Malgré la pénurie des documents, c'est plutôt l'inverse qui devrait être envisagé : des animaux vivant à l'Aurignacien dans le Bassin sous-pyrénéen et sur le bord des Pyrénées, puis proliférant à la fin du Paléolithique dans les pays du Nord de la Garonne.

Deuxième considération : *les relations des divers climats et leurs interpénétrations,* plus souples qu'on ne le pense. A l'âge du Renne, le régime des steppes froides et sèches, à Saïga et à Spermophile, était contemporain de celui des forêts froides et humides, caractérisées par l'habitat du Cerf. Contigus, ces deux types de région n'étaient certainement pas séparés par une ligne de démarcation rigide, avec oppositions brutales, mais bien plutôt par des lignes sinueuses et emboîtées, plus ou moins comparables au dessin des courbes de niveau ou des courbes de pluviosité.

Évidemment plus généralisé au Nord de la Garonne, le régime des steppes a régné à certains moments près du front des Pyrénées; il s'est diffusé à l'intérieur de cette chaîne, en pénétrant de la plaine par quelques vallées plus sèches et en s'y maintenant à l'arrière des premiers chaînons, dans certaines dépressions abritées. La Carte pluviométrique des Pyrénées [1] montre de nos jours l'existence de fonds de vallées relativement secs, alors que les massifs qui les précèdent, proches de la plaine, reçoivent

1. Carte de la pluviosité annuelle du Sud-Ouest de la France et des Pyrénées (1/500.000e), par H. Gaussen. Ministère des Travaux publics, Paris, mars 1934.

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

plus d'eau, parce qu'ils arrêtent les nuages dès le premier contact des montagnes.

Plus sèche que la partie occidentale, la partie orientale des Pyrénées en offre actuellement maints exemples. Le Spermophile de la Tutto de Camayot, dans une grotte ouverte au Sud en arrière de la crête du Plantaurel, face à la belle trouée de l'Ariège, ne prouve-t-il pas au Pléistocène froid une *interpénétration d'un régime sec dans un régime humide*, c'est-à-dire l'interpénétration de détail de ce qu'on appelle des microclimats ?

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

Les poissons tertiaires de Céreste (Basses-Alpes)

par **N. Théobald** et **L. Piton**[1].

Planche IV

H. E. Sauvage[2] a décrit de Céreste (B.-A.) trois espèces de poissons fossiles : *Smerdis macrurus* Agassiz, *Prolebias Goreti* Sauvage et *Enoplophthalmus Schlumbergeri* Sauvage. Les échantillons ont été recueillis par un jeune officier forestier, Goret, et par Fliche, ancien professeur à l'École nationale des Eaux et Forêts de Nancy, où nous avons pu étudier sa magnifique collection comprenant plus de 140 individus[3]. D'autres échantillons se trouvent dans les musées de Marseille et aux laboratoires de Géologie de Paris et de Nancy. Au cours d'une excursion dans le Bassin d'Apt-Forcalquier-Manosque, l'un de nous a pu visiter ce gisement, ainsi que les points fossilifères de Bonnieux et Montfuron qui sont de même âge et y recueillir quelques échantillons.

Tous les exemplaires examinés se rapportent à deux espèces : *Smerdis macrurus* Agassiz et *Fundulus* (*Prolebias*) *Goreti* Sauvage. Nous allons en donner la description, nous en préciserons les affinités et nous examinerons rapidement les conditions biologiques et l'âge de la formation qui les renferme.

Smerdis macrurus Agassiz.

Pl. IV, fig. 1, 5, 6.

Smerdis macrurus Agassiz. Poissons fossiles, 1844, tome IV, p. 57, pl. VII.
Smerdis macrurus Sauvage. *B. S. G. F.*, (3), 8, 1880, p. 441, pl. XII, fig. 4, 5.

Ce poisson, très abondant à Céreste, nous est connu par plus de 120 échantillons.

Description. — La taille peut atteindre 220 mm., mais la plupart des individus, encore jeunes, ne mesurent que 80 à 100 mm.

1. Note présentée à la séance du 1er mars 1937.
2. H. E. Sauvage. Notice sur les Poissons tertiaires de Céreste (Basses-Alpes). *Bull. Soc. géol. France* (3), 8, 1880, p. 439-451, pl. XII.
3. Il nous est agréable de dire notre reconnaissance à M. Guinier, directeur de l'École nationale des Eaux et Forêts qui a mis ces collections à notre disposition.

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

Le corps est en forme de fuseau, comprimé latéralement, la nageoire caudale étant étalée et fortement échancrée. La hauteur maxima du corps se trouve dans le tiers antérieur, elle est comprise 4 à 5 fois dans la longueur totale du corps[1] ; avec l'âge le poisson prend une forme de plus en plus trapue.

La tête mesure un peu moins que le quart de la longueur du corps ; elle est de forme subglobuleuse et un peu plus longue que haute. La mandibule inférieure est légèrement proéminente, la ligne du front à peine bombée. L'œil, de forme arrondie, placé à l'avant et vers le haut, est compris 4 fois dans la longueur de la tête. La bouche, légèrement protractile, est fendue jusque sous l'orbite ; elle porte de nombreuses dents. L'opercule a une forme arrondie ; le préopercule est fortement dentelé et porte 5 à 6 épines à la partie inférieure, le bord postérieur est crénelé et presque vertical (voir pl. IV, fig. 5). On compte 7 rayons branchiostèges.

La colonne vertébrale est forte ; elle comprend 24 vertèbres, dont 10 vertèbres abdominales et 14 vertèbres caudales[2]. Il y a 8 côtes épaisses et assez longues. Les apophyses neurales sont régulièrement inclinées vers l'arrière sur toute la longueur du corps et diminuent progressivement de hauteur ; les apophyses hémales ont la même inclinaison que les apophyses neurales correspondantes.

Nageoires de formule : D VII | I. 8-10 ; A III. 6 ; P 12 (?) ; V I. 5 ; Sq 10. I. 9-9. I. 9.

Les nageoires dorsales sont continues, mais nettement séparées par une profonde échancrure. La première dorsale, triangulaire, s'étend sur une longueur de 4 à 5 vertèbres ; elle est formée de 7 rayons épineux, le premier étant court, le deuxième, qui est le plus long et le plus fort, couvre 4 vertèbres. La longueur des rayons suivants diminue rapidement et la nageoire semble presque coupée à l'aplomb verticalement. Cette partie est supportée par de longs osselets interépineux renflés au sommet. En avant de la nageoire dorsale se trouvent trois interépineux dilatés à leur extrémité supérieure. La deuxième dorsale comprend un rayon épineux et 8 à 10 rayons mous ramifiés ; le rayon épineux est plus court que les premiers rayons osseux, la longueur des suivants diminue assez lentement vers l'arrière.

La nageoire anale débute un peu en arrière de la seconde dorsale par 3 épines, dont la première, forte et courte, atteint à peine le tiers de la seconde qui est aussi très robuste, la troisième est un peu plus grêle et plus courte. Le premier et le second rayon sont soutenus par une forte pièce interapophysaire s'étendant jusqu'auprès des vertèbres. La partie arrière de la nageoire comprend 6 rayons mous et rameux.

Les nageoires pectorales, faibles et arrondies, ont plus de 12 rayons. Les ventrales, insérées en dessous et un peu en arrière des précédentes, comprennent un rayon épineux et 5 rayons mous et rameux.

1. 5 fois chez les jeunes individus de 40 mm. ; 4,5 fois chez les individus de 80 mm. et 3,5 fois chez ceux de 220 mm.

2. Sauvage indique 26 vertèbres, dont 14 caudales.

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

Le pédicule caudal est à peine plus long que haut. La nageoire caudale est fortement échancrée ; elle est contenue 4,3 fois dans la longueur totale du corps.

Le corps est couvert d'écailles cténoïdes.

Affinités. 1) Cette espèce est très voisine du *Smerdis minutus* Agassiz d'Aix dont nous avons figuré un exemplaire à titre de comparaison (pl. IV, fig. 3). Ces deux formes se distinguent facilement par la première dorsale dont le deuxième rayon épineux se développe d'une façon exagérée dans *S. minutus* et couvre 9 vertèbres.

Un autre poisson a été décrit par Brongniart des schistes de Ménat sous le nom de *Smerdis Sauvagei.* Ce dernier a le préopercule non dentelé ; les vertèbres sont au nombre de 26, dont 10 abdominales et 16 caudales ; il y a 6 paires de côtes. La nageoire anale débute par 4 rayons épineux [1].

2) La position systématique du genre *Smerdis*, genre fossile créé par Agassiz, est encore discutée. Il a été classé d'abord parmi les Percidés et plus spécialement près des *Perca* dans la tribu des *Percinae.* La présence de 3 rayons épineux à la nageoire anale l'éloigne des *Percinae* qui n'en ont que deux. De même la composition de la nageoire dorsale est très différente dans les Perca (XIII | I. 13-14) et dans les *Smerdis* (VII | I. 8-10).

3) *Smerdis Sauvagei* peut être rapproché de la famille des *Centrarchidae* à cause de la nageoire dorsale formée de deux parties à peu près continues et de la nageoire anale ayant plus de 3 rayons épineux (voir L. Piton, *loc. cit.*). Mais cela ne peut être le cas des *Smerdis* de Céreste dans lesquels la nageoire dorsale est nettement divisée en deux parties et dont l'anale a 3 rayons épineux.

4) Les *Smerdis* de Céreste se rapprochent par leurs nageoires de l'espèce actuelle *Ambassis Commersonii* Cuv. et Val. (D VII | I. 9 ; A III. 9 ; P 12 ; V I. 5). Mais les *Ambassis* ont deux arêtes dentelées sur le bord inférieur du préoperculaire alors que son bord postérieur est lisse. Le poisson de Céreste est donc nettement différent des Ambasses qui vivent dans les eaux douces, sur les côtes et dans les embouchures des rivières des Indes, du

1. D'après L. Piton. Étude sur deux poissons fossiles des schistes de Ménat (Puy-de-Dôme). *Revue scientifique du Bourbonnais et du centre de la France* 3-4, 1934, ce poisson possède 4 rayons épineux à la nageoire anale. Il s'agit bien d'un Centrarchidé, mais sans doute pas du genre *Smerdis*, tel qu'il a été défini par les ichthyologistes, *S. Sauvagei* a 25 ou 26 vertèbres, les *Smerdis* typiques n'en ont que 24. Woodward rattache *S. Sauvagei* à *S. aduncus* Heckel du Miocène de Chiavon (Italie). *S. Sauvagei* est d'ailleurs très rare à Ménat, beaucoup d'exemplaires, ainsi qualifiés, sont en réalité de jeunes individus de *Percilia* (*Properca*) *angusta* Ag.

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

Bengale et de Java. Les Ambasses font partie de la famille des *Apogonidae* qui se place au voisinage des *Serranidae*.

5) C'est à cette dernière famille que semble appartenir plutôt le *Smerdis macrurus* de Céreste. La plupart des espèces de cette famille ont 24 vertèbres, 3 épines à la nageoire anale, les ventrales formées d'une épine et de 4 à 5 rayons branchus, 6 à 7 rayons branchiostèges. L'opercule est bien développé. Le second sous-orbitaire porte une lame interne soutenant le globe de l'œil.

La famille des *Serranidae* est surtout marine, vivant dans les eaux chaudes. Quelques espèces sont confinées dans les eaux douces, d'autres ne font que remonter dans les rivières. A ce groupe appartiennent les Bars ou Loups (*Labrax*, *Dicentrachus*, *Morone*) habitant les côtes de l'Atlantique Nord et de la Méditerrannée, par exemple *Morone labrax* L.

Les espèces d'eau douce ont toutes plus ou moins d'affinités avec les *Oxylabracidae*, *Percidae* et *Centrarchidae* qui sont probablement dèrivés des mêmes ancêtres que les *Serranidae*. Ainsi les *Percilia* et *Percichthys* des rivières de la Chilie ressemblent beaucoup aux Perches, mais ont 3 épines anales de 35 vertèbres[1]. *Percichthys antiquus* des lignites tertiaires du Brésil et *Properca Beaumonti* d'Aix sont deux formes primitives des Bars alliées avec les *Dicentrachus* (*Labrax*). *Prolates Heberti* du Crétacé, avec sa caudale arrondie, est un des premiers de la série ; il est probablement apparenté aux *Lates* ainsi que l'*Acanus regleysianus* de l'Oligocène. *Smerdis minutus* est allié au g. *Lates* qui avec les g. *Roccus* et *Dicentrachus* représentent les plus primitifs des membres de la famille.

Les *Lateolabrax* du Japon et les *Centrogenys* de l'Inde ressemblent beaucoup aux *Oxylabracidae* par leur forme et par leur structure.

6) Les *Smerdis* semblent donc devoir être rangés dans les ancêtres de *Serranidae*, *Oxylabracidae* et *Apogonidae*. Ils représentent une forme primitive ayant des caractères communs avec ces différents groupes. Le genre *Properca* établi par Sauvage est déjà plus spécialisé et fait transition entre les *Smerdis* et les *Dicentrachus* (*Labrax*).

Fundulus Goreti Sauvage.

Pl. IV, fig. 2, 4.

Prolebias Goreti Sauvage. *B.S.G.F.* (3), 8, 1880, p. 445, pl. XII, fig. 1, 2.

1. Cf. David Starr Jordan, Fishes II, p. 320.

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

Ce petit poisson, encore très abondant à Céreste, nous est connu par plus de 30 échantillons mesurant de 30 à 60 mm.

Description. — Le corps est allongé, quatre fois plus long que haut. La tête est grosse, le museau légèrement pointu. La bouche est petite et protractile ; les os de la mâchoire sont solidement unis : les dents, aiguës et étroites, non échancrées, sont placées sur une rangée. L'œil est arrondi, il mesure le quart de la longueur de la tête.

La colonne vertébrale est robuste ; elle comprend 28 vertèbres dont 12 abdominales et 16 caudales. Il y a 9 paires de côtes robustes arrivant jusqu'à la ligne ventrale. Les neurapophyses sont inclinées vers l'arrière, les 4 dernières touchent les rayons de la nageoire caudale. Celle-ci, légèrement arrondie, mesure le sixième de la longueur du corps, elle est composée suivant la formule 6. 1. 8-9. 1- 6. La nageoire anale est assez longue et formée de 14 rayons mous. La dorsale, formée de 11 à 12 rayons, est insérée un peu en avant de l'anale[1]. Les ventrales sont grandes ; les pectorales, faibles, comprennent une douzaine de rayons.

Le corps est couvert de grandes écailles de forme arrondie. La partie antérieure de ces écailles montre 5 à 6 lignes rayonnantes. Les opercules sont revêtus d'écailles un peu plus petites que celles du corps.

Affinités. — Ce poisson, au corps oblong largement écailleux, à la nageoire dorsale reculée et superposée à l'anale, à la nageoire caudale arrondie, aux nageoires pelviennes insérées un peu en arrière des pectorales, aux mâchoires armées de petites dents, appartient à la famille des Cyprinodontidés.

Cette famille renferme des poissons de faibles dimensions qui habitent les eaux douces et saumâtres des régions tempérées chaudes et intertropicales de l'ancien et du nouveau continent. Les *Cyprinodon* (*Lebias*) Lac. et les *Fundulus* Lac. vivent en Espagne et en Italie, le premier se rencontre aussi en France et en Afrique du Nord, le second existe aussi en Afrique et dans la partie W de l'Asie subtropicale.

Sauvage en créant le genre fossile *Prolebias* l'avait opposé au genre *Lebias* actuel en disant que le premier ne possédait qu'une seule rangée de dents non échancrées et une dorsale directement opposée à l'anale.

Les échantillons de Céreste, dont nous venons de parler et que Sauvage avait attribués au genre *Prolebias*, doivent en réalité être rangés parmi les *Fundulus*. En effet, leur dorsale est un peu avancée par rapport à l'anale, les ventrales sont nettement en arrière des pectorales, les dents sont placées sur une seule

1. Caractères du genre *Fundulus* Lac.

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

rangée. Parmi les formes voisines actuelles il faut citer *Fundulus Gardneri* BOULAGER d'Afrique occidentale (Bas Niger-Vieux Calabar) et *Fundulus Guenteri* PFEFFER de l'Ouest Africain et de Zanzibar.

Le petit poisson de Céreste se distingue assez facilement des autres Cyprinodontes fossiles. Il a le port du *Prolebias cephalotes* AG. d'Aix ; mais il en diffère par le nombre de vertèbres (10 et 12 pour *P. cephalotes*, 12 et 16 pour *F. Goreti*). *Prolebias gregatus* AYMARD de Ronzon a 20 vertèbres caudales. *Prolebias praecursor* WEILER [1] de Brunnstatt (Sannoisien du Haut-Rhin) a 14 vertèbres abdominales et 17 vertèbres caudales. Dans ces trois espèces la dorsale débute un peu en arrière de l'anale.

Une révision de ce genre fossile s'impose. Il est certain qu'on a réuni sous le nom de *Prolebias* des formes dont il importerait de préciser les affinités avec les genres actuels. Malheureusement il est souvent impossible de vérifier si les dents sont placées sur une ou plusieurs rangées et par suite de déterminer la position systématique exacte des espèces fossiles.

Biologie. — Les petits Cyprinodontes de Céreste ont dû être des poissons insectivores comme le sont les *Cyprinodon* actuels. Il est curieux de constater que tous les gisements tels que Aix, Ronzon, Puy de Corent, Ménat, Céreste, Bonnieux, Brunnstatt et Kleinkembs qui ont fourni des *Prolebias* sont en même temps des niveaux riches en insectes fossiles.

Sauvage décrit et figure en outre *Enoplophthalmus Schlumbergeri* SAUV. appartenant à un genre nouveau de la famille des Cobitidinées et ayant des affinités avec les *Lepidicephalus* et *Acathophtalmus* du Bengale, de Java et de Sumatra. Je n'ai pas pu en retrouver le type, ni des formes s'en rapprochant.

POSITION STRATIGRAPHIQUE DU GISEMENT DE CÉRESTE.

Le gisement de poissons de Céreste se trouve dans la formation des calcaires en plaquettes dits supérieurs très répandus dans le bassin oligocène d'Apt-Forcalquier-Manosque ; ils sont fossilifères à Bonnieux, à Montfuron, au moulin d'Aiguebelle près de Vachères et à Céreste. Ce niveau doit être rangé dans la série stampienne à la limite du Rupélien et du Chattien [2].

1. Serait un *Prolebias* cf. *gregatus* d'après Leriche.

2. N. THÉOBALD. Les Insectes fossiles des terrains oligocènes de France. *Thèse* Nancy. 1937, p. 34-36. Comparer aussi les travaux de M. GIGNOUX et L. MORET (*Ann. Univ. Grenoble*, N. S. t. 15, 1930) et J. GOGUEL (*Bull. Serv. Carte géol. France*, t. 38, n° 190, 1933).

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

Conditions biologiques.

La faune ichthyologique de Céreste est très pauvre en espèces, mais très riche en individus. Ces espèces ont des affinités avec des formes vivant actuellement dans les eaux douces et saumâtres des régions chaudes du globe. Le caractère même du dépôt explique la rareté des espèces : dans ce lac tertiaire soumis à des envasements périodiques n'ont pu subsister que les formes adaptées à ce milieu dont les conditions biologiques telles que la température et la limpidité des eaux ont changé fréquemment.

Le gisement de Céreste a fourni un grand nombre de plantes [1] et d'insectes qui indiquent un climat méditerranéen chaud à affinités subtropicales très accusées [2].

1. De Saporta. Recherches sur la végétation du niveau aquitanien de Manosque. *Mémoires de la Soc. géol. France*, t. 9, 1891.
2. N. Théobald. *Loc. cit.*

EXPLICATION DE LA PLANCHE IV

Fig. 1. — ***Smerdis macrurus*** Agassiz × 1 ; échantillon 94, coll. Fliche.
Fig. 2. — ***Fundulus Goreti*** Sauvage × 1, 1 ; échantillon 112, »
Fig. 3. — ***Smerdis minutus*** Agassiz × 1 ; coll. Eaux et Forêts, Nancy.
Fig. 4. — ***Fundulus Goreti*** Sauvage × 1, 2 ; échantillon 127, coll. Fliche.
Fig. 5. — ***Smerdis macrurus*** Agassiz × 1 ; échantillon 60, »
Fig. 6. — » » » × 1/2 : échantillon 1, »

Note : Les échantillons des figures 1, 2, 4, 5 et 6 viennent des calcaires en plaquettes supérieurs du Stampien de Céreste (B. A).

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

La faune des schistes carbonifères a *Proshumardites* de Haci-Diab (Confins algéro-marocains du Sud)

par **G. Delépine** et **N. Menchikoff**[1].

Planche V.

INTRODUCTION STRATIGRAPHIQUE

par N. Menchikoff.

Dans mes récentes « Études géologiques sur les Confins algéro-marocains du Sud » (1936), j'ai indiqué les caractères stratigraphiques du Carbonifère et ses différents faciès dans cette région. Voici des précisions au sujet du gisement de Haci-Diab, dont les espèces sont décrites dans le présent travail.

Haci-Diab se trouve à environ 50 km. au NNE de Colomb-Béchar et à 75 km. à l'Ouest de Figuig. Il est situé à l'extrémité occidentale d'une longue bande de terrains schisteux, viséens et namuriens, en transgression sur le Dévonien. Ces schistes affleurent au bord méridional du Djebel Grouz.

A quelque distance au Sud se dressent les reliefs importants des Djebel Antar et Horreït, orientés parallèlement au Djebel Grouz; ils sont formés par des dolomies et calcaires récifaux du Viséen supérieur. Le passage entre les deux faciès, schistes et calcaires, se fait rapidement par des calcaires bréchiques, intercalés dans les schistes.

A Haci-Diab, on voit du Nord au Sud, reposant sur le Dévonien moyen, des schistes verts aciculaires, coupés de quelques bancs de calcaire brun.

L'ensemble plonge vers le Sud, mais de petits plis ramènent plusieurs fois les mêmes niveaux. Le long de l'oued Diab, on suit ces schistes sur 500 m.; l'épaisseur réelle peut être de 150 m. Vers le milieu, un double banc calcaire a fourni *Goniatites* cf. *striatus* Sow. (Viséen supérieur).

Le gisement à *Proshumardites* se trouve à environ 400 m. en aval du puits, vers le sommet de la série schisteuse, au-dessus d'un banc calcaire bréchoïde avec Encrines. Le banc fos-

1. Note présentée à la séance du 15 mars 1937.

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

silifère serait en stampe normale, à 70 ou 80 m. plus haut que l'horizon précité à *Goniatites* cf. *striatus*. Les fossiles, presque uniquement des Céphalopodes, sont dans un niveau calcaire fin, noduleux, intercalé dans les schistes verts. Les Goniatites sont l'élément prédominant dans les calcaires noduleux de Haci-Diab. Les spécimens appartenant au genre *Proshumardites* sont les plus communs.

Le genre *Proshumardites* était jusqu'à présent seulement connu en Fergana (Rauser 1928) et dans les Pyrénées aragonnaises (H. Schmidt 1931). *Proshumardites* étant très voisin des *Shumardites* de l'Ouralien, H. Schmidt s'est appuyé sur sa présence dans des schistes carbonifères des Pyrénées pour attribuer à ceux-ci un âge stéphanien (*op. cit.*, p. 62-63). Cependant, en Fergana, *Proshumardites* a été trouvé avec une faune que Rauser-Tchernooussova considère comme d'âge carbonifère *moyen*.

Dans ces conditions, l'étude de toute la faune récoltée à Haci-Diab, avec *Proshumardites*, devait être faite pour tenter de préciser l'âge des couches qui ont livré ces fossiles. M. Delépine a bien voulu étudier tous les spécimens recueillis dans ce gisement.

Voici la liste de ces fossiles.

Goniatites : *Proshumardites Karpinskyi* Rauser, *Homoceras* (*Cravenoceras*) aff. *edalense* Bisat, *Sagittoceras*, *Dimorphoceras thalassoide* sp. nov., *Pronorites* aff. *cyclolobus* Phillips.

Nautiloïdes : 1 Orthocère, 1 *Solenocheilus*.

Lamellibranches : *Posidoniella* (*P.* aff. *laevis* Brown).

Brachiopode : *Martinia*.

DESCRIPTION DES ESPÈCES

par G. Delépine.

Proshumardites Karpinskyi Rauser.

Pl. V, fig. fig. 1 à 5. — Fig. 1 à 5 texte.

Rauser-Tchernoossouva. — 1928 : Über die Carbon-Ammoniten Fauna von Fergana, p. 165, Taf. I, fig. 2.

Cette espèce est la plus commune dans les gisements. Dans des fragments de nodules récoltés, il y a respectivement 12 et 7 spécimens, 3 et 4 dans deux autres nodules. Les meilleurs ont été figurés; d'autres ont fourni les éléments permettant de reconstituer les sutures aux divers stades de croissance. Les plus grands exemplaires ont 20 à 28 mm. de diamètre.

La coquille est involute, l'ombilic très réduit (3 mm. pour D =

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

28). La surface est ornée de stries longitudinales (5 en moyenne par mm.) comme *Goniatites striatus* et chez *Agathiceras Suessi*. La surface du moule interne porte des constrictions, 4 par tour, chez un spécimen ayant 10 mm. de diamètre ; on en voit encore chez les exemplaires de plus grandes dimensions (voir fig. 1), il y a 20 à 22 cloisons par tour de spire.

Le caractère principal du genre réside dans la suture : le lobe latéral est divisé en 3 lobes secondaires. Par ce trait, *Proshumardites* se rattache évidemment comme un précurseur au groupe des *Shumardites* connus dans l'Ouralien (P. Smith 1903, p. 134, pl. III, fig. 7 à 10). La suture des *Shumardites* est plus riche en éléments, car il apparaît et se développe chez l'adulte un lobe latéral adventice entre le lobe latéral principal et le bord de l'ombilic ; de plus, chaque lobe ou division de lobe tend à devenir bifide chez l'adulte, l'ensemble de la suture s'achemine ainsi par la multiplication et les divisions de lobes, vers le dessin réalisé, au Permien, dans le genre *Popanoceras* (fig. 1-4 texte).

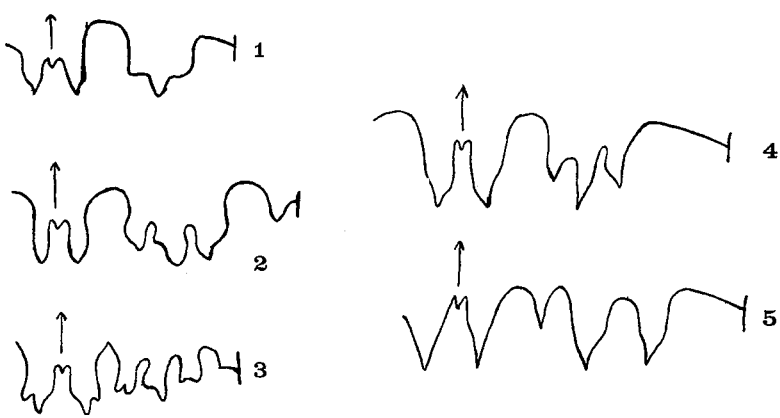


Fig. 1. — Suture de *Shumardites Simondsi* Smith à 7 mm.
— 2. — *Idem* à 16 mm.
— 3. — *Idem* à 38 mm.
— 4. — Suture de *Proshumardites Karpinskyi* Rauser à 25 mm.
— 5. — Suture de *Pericleites atticum* Renz.

Proshumardites se distingue du genre *Pericleites* Renz par le fait que chez ce dernier, s'il existe sur les flancs 3 lobes latéraux, ils sont dus non pas à la division en 3 d'un lobe latéral unique, mais parce qu'à *deux* lobes latéraux normaux vient s'ajouter par redoublement du lobe externe, un lobe adventice qui n'est pas un élément ferme de la suture (fig. 5 texte).

Par ce trait *Pericleites* se rattache, comme le note Renz, au

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

genre *Paralegoceras*, et forme passage entre ce dernier et *Agathiceras*.

Le genre *Pericleites* n'appartient donc pas à la lignée de *Shumardites*, contrairement à l'opinion de Schindewolf, suivi dans cette voie par Miller et Cline (1934, p. 183).

Quant aux caractères spécifiques, il n'est pas possible de distinguer les spécimens récoltés à Haci-Diab de ceux décrits par Rauser en Fergana. Il suffira de comparer les figures données ici avec la fig. 2 de l'auteur russe, pour s'assurer de cette parfaite ressemblance comme dimensions, mode d'enroulement et sutures.

Voici les dimensions des spécimens principaux [1].

	D	L	H	O
Figure 1 A	22	14	?	
Figure 2	23	14 (approx.).	13	3
Figure 1 B	11			
Figure 4	25 (approx.).	16		3,1
Non figuré	31,5	?		4

Répartition. — En Fergana, *Proshumardites Karpinskyi* est accompagné par une faune où Rauser cite *Glyphioceras barbotanum* DE VERNEUIL, *Glyphioceras reticulatum* PHILL., *Pronorites ferganensis* n. sp. et *Nomismoceras dostalacum* n. sp. D'après l'auteur, l'âge de cette formation serait carbonifère moyen (1928, p. 178). On peut observer que les deux premières espèces citées indiquent un niveau inférieur du Carbonifère moyen (Namurien de l'Europe occidentale).

H. Schmidt a découvert deux autres gisements contenant *Proshumardites*, dans les Pyrénées aragonnaises (1931, p. 62-63). Il les rapporte au Stéphanien en se basant, au point de vue paléontologique, sur la présence de *Proshumardites*, forme très évoluée, qu'il présume appartenir à un niveau élevé du Carbonifère. Cette opinion devra être revisée, car les deux gisements signalés par Schmidt n'ont pas une position stratigraphique nettement définie ; l'un d'eux se trouverait, d'après l'auteur lui-même, à peu de distance au-dessus des formations du Dinantien.

Les observations de M. Menchikoff placent le niveau à *Proshumardites* peu au-dessus d'un horizon repéré comme étant d'âge viséen supérieur, et dans la même formation schisteuse que celui-ci.

1. Les dimensions sont données en millimètres. D = diamètre, L = largeur (ou épaisseur, mesurée au bord de l'ombilic), H = hauteur du dernier tour de spire, O = Ombilic.

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

Cravenoceras aff. *edalense* Bisat.

Pl. V, fig. 11 et 12. — Fig. 6 à 8 texte.

1928. Bisat. — The carboniferous goniatite Zones of England, p. 132, pl. 6 *a*, fig. 4.
1931. De Dorlodot. — Goniatites de l'assise de Chokier, p. 156, fig. 1 à 3.
1933. H. Schmidt. — Cephalopoden-fauna des älteren Namur, p. 449, fig. 30.

Cinq spécimens incomplets d'*Homoceratides* doivent être rapportés au genre *Cravenoceras*, créé par Bisat pour distinguer des *Homoceras* où la suture est caractérisée par un lobe ventral un peu moins large et surtout par la présence d'un lobe adventice aigu qui existe entre la crête ombilicale et le bord du tour de spire précédent. Ceci est un trait qui rapproche la suture de *Cravenoceras* de celles de certains *Gastrioceratides* (fig. 8 texte).

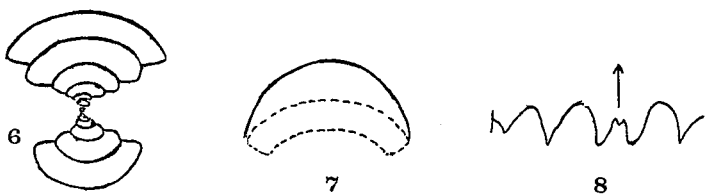


Fig. 6. — Coupe transversale de *Cravenocrras* aff. *edalense* de Haci-Diab.
— 7. — Contour externe d'*Homoceras beyrichianum* (trait plein) comparé, à taille égale, à celui de *Cravenoceras* aff. *edalense* (pointillé).
— 8. — Suture de *Cravenoceras* aff. *edalense*.

L'enroulement est lent, comme chez *Homoceras beyrichianum* de Koninck ; l'ombilic est grand, demeure ouvert ; la coquille a la forme cadicone des stades jeunes de *Homoceras beyrichianum*, mais les tours sont plus surbaissés ; ce caractère, loin de s'atténuer quand la coquille est grande, se maintient : chez un exemplaire de Haci-Diab qui a 24 mm. de diamètre avec 7 tours de spire, la hauteur du 7e tour ne dépasse pas 4 mm. ; chez ce même exemplaire, au 5e tour, la hauteur est de 2 mm. pour une largeur de 7 mm. (voir fig. 10). Ces dimensions caractérisent les spécimens de *Cravenoceras edalense* Bisat trouvés et décrits par Schmidt aux environs de Arnsberg (Westphalie).

Je n'ai pu observer l'ornementation que sur l'empreinte de tours jeunes, sans pouvoir discerner si les côtes y présentent l'inclinaison vers l'avant qui est caractéristique de *Cravenoceras edalense*. Un fragment (fig. 11) montre des côtes passant sur la région ventrale ; il y en a 9 pour 3 mm. et elles semblent rapprochées par groupe de 2, ce qui est fréquent chez *Cravenoceras edalense*.

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

Je rapporte donc ces fragments de *Cravenoceras* au groupe de *Cravenoceras edalense*. Cependant le spécimen de la figure 2 H pourrait être aussi bien rapporté au groupe de *Cravenoceras cowlingense* Bisat, tel que l'a figuré H. Schmidt (*op. cit.*, p. 443, fig. 41); cependant les tours de spire paraissent un peu plus surbaissés que chez ce dernier.

Voici les caractéristiques des spécimens récoltés à Haci-Diab

1 (figure 11). — D = 24 mm.; tours de spire 7; hauteur 7e tour 4 mm.
2. — D = 24 mm. (approx.); tours de spire 7.
3. — Empreinte de région ombilicale ayant 2 mm. de diamètre; tours visibles 3; côtes simples.
4 (figure 2 H). — D = 5 mm.; tours de spire 5.
5 (figure 10). — Fragment de partie ventrale; largeur = 7 mm.; côtes 3 par mm.

Répartition verticale. — Le genre *Cravenoceras* est représenté par toute une série d'espèces cantonnées dans la partie inférieure de l'assise de Chokier (Namurien inférieur); une série d'espèces distinguées par Bisat caractérisent, avec *Eumorphoceras pseudobilingue* Bisat en bas et *Eumorphoceras bisulcatum* Girty plus haut, divers horizons dont les derniers, avec *Cravenoceras edalense* et *nitidum*, se trouvent immédiatement en dessous du niveau à *Homoceras beyrichianum*.

Ces diverses formes de *Cravenoceras*, notamment *Cravenoceras edalense*, ont été retrouvées depuis en Belgique et en Westphalie, dans la même position stratigraphique, à la partie inférieure du Namurien.

Sagittoceras Hind.

Pl. V, fig. 8 à 10. — Fig. 9 et 10 texte.

1918. W. Hind. — British carboniferous goniatites, p. 447, pl. XVI, fig. 1.

Un seul fragment de *Sagittoceras* provenant d'un spécimen qui pouvait atteindre 40 mm. de diamètre; la largeur est de 17 mm.; la hauteur de 25 mm. au dernier tour de spire; celle de l'ouverture au-dessus du précédent 15 mm; ombilic 5 mm. La coupe transversale a la forme de l'arc brisé caractéristique du type de *Sagittoceras* (fig. 9 texte); les caractères de la suture sont les mêmes. Il est impossible de rapporter le spécimen de Haci-Diab à une espèce connue; toutefois, il peut être rapproché comme dimensions et comme particularités de la suture

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

d'un *Sagittoceras coronula* figuré par H. Schmidt (1925 : celui que l'on voit représenté de flanc pl. 24, fig. 23). C'est une espèce connue dans la zone la plus élevée du Viséen, où elle se trouve avec *Goniatites subcircularis* MILLER et *granosus* PORTLOCK. Les autres espèces connues de *Sagittoceras* sont toutes cantonnées dans le Viséen supérieur.

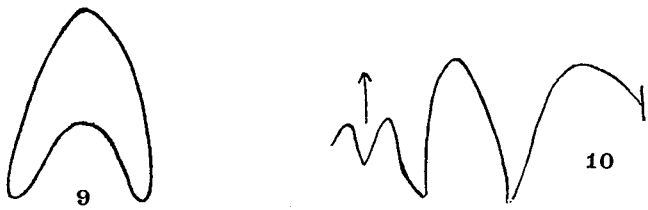


FIG. 9. — Coupe transversale de *Sagittoceras* sp.
— 10. — Suture de *Sagittoceras* sp. de Haci-Diab.

Patteisky (1929, p. 273, pl. 22, fig. 9 et pl. 23, fig. 26) a cependant découvert une variété de *Sagittoceras coronula*, variété *kiowitzensis* à un niveau plus élevé, dans les Obere Wagstädter Schichten, qui paraît correspondre aux horizons les plus inférieurs du Namurien.

Dimorphoceras thalassoide sp. nov.

Pl. V, fig. 6 et 7. — Fig. 11 à 13 texte.

Cette espèce est représentée dans le gisement de Haci-Diab par un exemplaire et par des fragments d'un second. Le premier a 30 mm. de diamètre ; le second pouvait avoir 18 mm. La coquille est involute, l'ombilic très réduit. La surface est ornée de stries fines, réunies en faisceaux et fortement incurvées vers l'avant à la limite entre les flancs et le bord ventral ; il y a un autre infléchissement vers l'avant, très peu marqué, au milieu des flancs ; l'ensemble du dessin est celui que présentent ordinairement les stries sur les flancs des Goniatites appartenant aux genres *Dimorphoceras*, *Anthracoceras* et *Homoceratoides*.

Suture. — Malgré la ressemblance comme forme générale (fig. 11 texte) avec *Dimorphoceras Looneyi* PHILLIPS, l'espèce de Haci-Diab diffère de celui-ci et de tout autre *Dimorphoceras* connu, par la suture.

En voici les caractères :

Grand lobe externe divisé par une petite selle médiane dont les deux bords sont parallèles, non étranglés à la base comme chez

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

Dimorphoceras looneyi et *discrepans*. Chacune des deux branches a 3 divisions : ces branches sont ainsi triaenidiennes, comme chez *Thalassoceras*. Ce caractère est déjà ébauché, comme l'a

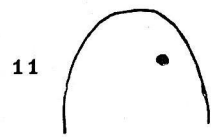


Fig. 11. — Profil du contour externe de *Dimorphoceras thalassoide*.
— 12. — Suture de *Dimorphoceras thalassoide* sp. nov. (diamètre : 18 mm. approx.).

fait observer Haug (1898, p. 41) chez *Dimorphoceras Looneyi* et il l'est surtout chez la variété *Saharica* Dollé de cette espèce (Dollé, 1912, p. 249, fig. 43), mais seulement sous la forme d'indentations peu profondes. Chez le spécimen de Haci-Diab, ce caractère est au contraire nettement marqué quand le diamètre atteint 15 à 18 mm. (voir fig. texte 12).

La selle externe est simple, large, légèrement dissymétrique.

Le lobe latéral est également subdivisé en 3 branches dont la médiane est la plus allongée : le type triaenidien est donc parfaitement réalisé ici aussi, tandis que chez les autres *Dimorphoceras*, le lobe latéral est dicranien ; chez *Dimorphoceras discre-*

Fig. 13. — *Dimorphoceras thalassoide* sp. nov. Gisement : calcaire à l'Ouest de Gavarnie (inv. Bresson. — Coll. Haug).

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

pans par exemple et chez *looneyi* dans la variété *saharica*, il y a sur l'une des deux branches de simples indices d'une tendance à la division.

Ces caractères de la suture qui ont pu être observés chez l'un des spécimens de Haci-Diab existent également chez un spécimen provenant des environs de Gavarnie et dont la photographie est reproduite ci-contre (fig. 13 texte). La partie conservée de celui-ci mesure 75 mm. de diamètre. Un seul flanc est préservé, avec suture bien dessinée, qui ne laisse aucun doute sur son idendité spécifique avec le *Dimorphoceras* de Haci-Diab.

Par le caractère triaenidien de ces lobes externe et latéral, cette espèce à Haci-Diab, comme dans les Pyrénées, se distingue donc de tout autre *Dimorphoceras*. Elle est par ce caractère un précurseur du genre *Thalassoceras* GEMMELLARO du Permien. C'est pour marquer ce trait que je l'ai désignée sous le nom de *Dimorphoceras thalassoide.*

Dans les Pyrénées, cette goniatite a été découverte par M. Bresson, donnée par lui à la Sorbonne et classée par Haug comme *Dimorphoceras* [1]. D'après le travail de M. Bresson (1903, p. 132-133), il est probable qu'elle provient du gisement de Holle : les caractères de la roche sont ceux que cet auteur indique au fond de la vallée : calcaire noir, dur, siliceux, fétide, qu'il rapporte à l'horizon de Visé, y ayant récolté : *Glyphioceras crenistria*, *Pronorites cyclolobus*, *Prolecanites Henslowi.*

Pronorites aff. *cyclolobus* PHILLIPS.

Pl. V, fig. 13.

Un simple fragment de 9 mm. de longueur subsiste de cette goniatite : partie du dernier tour et deux sutures dont les éléments suffisent pour l'attribuer en toute certitude au genre *Pronorites* et le rapprocher de l'espèce de Phillips, mais sans plus de précision.

Le côté ventral paraît toutefois moins anguleux que chez le type de Phillips et suggérerait un rapprochement avec *Pronorites reyi* DOLLÉ (1912, p. 256) mais il n'est pas possible d'assurer que ceci ne soit dû à ce que ce fragment de moule interne ait été roulé.

Orthoceras.

Un fragment ayant 18 mm. de longueur, un diamètre de 5 mm.

1. L'étiquette porte : Collection Haug, don de M. Bresson. Dinantien. Ouest de Gavarnie (Hautes-Pyrénées).

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

à l'extrémité antérieure et 3,1 mm. à l'extrémité postérieure ; 5 cloisons sont visibles sur l'espace conservé.

Solenocheilus.

Un fragment de grandes dimensions : le tour de spire conservé a 75 mm. de largeur. Siphon externe visible ainsi que deux cloisons.

Posidoniella aff. *laevis* Brown.

Pl. V, fig. 13.

Un exemplaire unique qu'il n'a pas été possible de dégager complètement : la partie visible a 17 mm. de longueur. La forme générale, celle du crochet et l'ornementation rappellent les caractères de *Posidoniella lâevis* Brown.

Martinia.

Un specimen de petite taille, largeur maximum 10 mm., orné de stries concentriques. Le test est perforé, ce qui exclut la possibilité qu'il s'agisse d'un *Athyris* ou d'une *Reticularia*. Cependant, l'ornementation rappelle celle que l'on observe chez *Reticularia lineatà* Martin et *elliptica* Mc Coy.

CONCLUSIONS

1° Parmi les goniatites du gisement de Haci-Diab, celles qui apportent les données permettant de fixer le niveau sont *Cravenoceras* aff. *edalense* Bisat et *Sagittoceras* sp.

Le genre *Cravenoceras* comprend une série d'espèces groupées dans la moitié inférieure de l'Assise de Chokier, entre les derniers horizons du Viséen supérieur à *Goniatites subcircularis* Miller et la zone à *Homoceras beyrichianum* de Koninck. Les espèces représentées à Haci-Diab par des fragments ou des exemplaires de très petites dimensions appartiennent au groupe de *Cravenoceras edalense* Bisat et peut-être de *Cravenoceras cowlingense* Bisat. L'une et l'autre espèce sont cantonnées dans les horizons tout à fait inférieurs du Namurien.

La présence de *Sagittoceràs* apporte une indication dans le même sens. Ce genre, et notamment *Sagittoceras coronula* Rœm., auquel peut-être se rattache le spécimen de Haci-Diab, n'est connu qu'au Viséen supérieur, ou un peu plus haut à la base du Namurien.

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

On peut conclure de ces faits que les couches à *Proshumardites* sont d'âge namurien et se placent à un niveau situé plus bas que les couches à *Homoceras striolatum* et *Homoceras beyrichianum* connues, à Guelb-el-Harkat, 3 km. au Sud de Haci-Diab.

2° Les *Proshumardites* de Haci-Diab ne peuvent être distingués de *Proshumardites Karpinskyi*, l'espèce décrite par Rauser- Tchernooussova dans le Fergana. Ce dernier auteur rattache cette faune au carbonifère *moyen*. Or, deux des éléments qu'il cite et figure : *Homoceras barbotanum* DE VERN. et *Glyphioceras reticulatum* PHILLIPS, indiquent qu'il s'agit du Namurien.

Homoceras barbotanum est une espèce décrite par de Verneuil. (1845, p. 367 à 371) et provenant d'un gisement à Cosatchi Datchi (revers E. de l'Oural) d'où proviennent également *Homoceras diadema*, *Pronorites cyclolobus*, et *Gastrioceras marianum* cités et décrits par le même auteur.

D'après Janischewski (in H. Schmidt, 1929, p. 73) les couches à *Gastrioceras marianum* seraient sinon à rattacher au Carbonifère inférieur, du moins appartiendraient à un niveau pas très éloigné de celui-ci.

3° Le genre *Proshumardites*, premier représentant des *Shumardites* ouraliens apparaît donc dès le Namurien et se trouve à Haci-Diab dans un horizon inférieur de ce sous-étage, à peu de distance au-dessus du Viséen. De ce fait, l'âge des gisements à *Proshumardites* des Pyrénées aragonnaises découverts par H. Schmidt et attribués par lui au Stéphanien, est à reconsidérer. La preuve de l'existence d'un Stéphanien marin dans les Pyrénées n'est pas faite.

La découverte de *Dimorphoceras thalassoide* sp. nov. à Haci-Diab offre un intérêt presque aussi grand que celui de *Proshumardites*, car il s'agit là d'une forme de passage entre *Dimorphoceras* et *Thalassoceras* ; ce dernier est un genre connu seulement au Permien.

Les premières formes triaenidiennes de cette lignée apparaissent donc également à un niveau très inférieur du Carbonifère moyen et pas loin du Viséen. Le spécimen des Hautes-Pyrénées provient même de couches que M. Bresson considérait comme étant d'âge Viséen supérieur.

Ceci nous donne l'occasion de rappeler que le genre *Daraelites*, autrefois connu seulement au Permien, a également ses tout premiers représentants dans les couches les plus élevées du Viséen.

Il est intéressant d'observer que pas moins de trois types de

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

Goniatites considérés il y a peu de temps encore comme étant caractéristiques du Permien ou de l'Ouralien : *Daraelites*, avec *D. praecursor* FROMAGET, *Proshumardites* avec *P. Karpinskyi* RAUSER, et *Dimorphoceras thalassoide* sp. nov. précurseur du genre *Thalassoceras*, apparaissent à la fin du Viséen ou tout au commencement du Namurien.

On peut noter enfin que ces faits nouveaux sont apportés à la fois des Pyrénées et de cette partie de l'Afrique du Nord située aux Confins Algéro-Marocains et dans leur prolongement au Sud. Maintes découvertes ont déjà montré entre ces ceux régions un étroit parallélisme comme facies et comme faune, au Dévonien et au Carbonifère.

[K. Elias (1937, p. 283), dans une recension des travaux russes récents sur les zones à goniatites du Carbonifère de l'Oural, mentionne que Krestovnikoff a rencontré *Proshumardites Karpinskyi* dans deux zones, l'une avec *Reticuloceras reticulatum*, l'autre, plus bas, à un niveau peu élevé au-dessus du Viséen supérieur [1]].

1. Note ajoutée en cours d'impression.

BIBLIOGRAPHIE

BISAT W. S. 1928. — The carboniferous goniatite Zones of England and their continental equivalents. *C. R. Congrès de stratigraphie carbonifère*, Heerlen 1927, p. 117 à 133, pl. 6 et 6 a.

BISAT W. S. 1935. — The faunal stratigraphy and goniatite phylogeny of the Carboniferous of W. Europe Rep. XVI. *Intern. Geol. Congress*, Washington 1933, p. 529 à 537, pl. I.

BRESSON A. 1903. — Études sur les formations anciennes des Hautes et Basses-Pyrénées. *Bull. Serv. Carte Géol. France*, XIV, n° 93, p. 1 à 278, pl. 1 à 6.

DE DORLODOT J. 1931. — Goniatites de l'Assise de Chokier. — *Ann. Soc. scient.*, Bruxelles LI, p. 155 à 157, 1 planche.

DELÉPINE G. 1935. — Contribution à l'étude de la faune du Dinantien des Pyrénées. *B. S. G. F.*, (5), V, p. 65 à 75 et p. 171 à 191, pl. 1 et pl. 7 et 8.

DOLLÉ L. 1912. — Le Dinantien supérieur (Viséen) de la vallée de l'O. Zousfana. Paléontologie. *A. S. G. N.*, XLI, p. 240 à 261, pl. 7.

ELIAS K. 1937. — Carboniferous a. Permian of the S. Oural. *Am. Journ. of. Sc. vol. 33*, p. 279.

GEMMELLARO G. 1887-1899. — La fauna dei Calcari con Fusulini.

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

HAUG E. 1898. — Études sur les Goniatites. *Mémoires Soc. Géol. France*, Paléont., mémoire n° 18.

HIND W. 1918. — On the distribution of the British Carboniferous Goniatites. *Geol. Magaz.*, dec. VI, vol. 5, p. 434 à 450, pl. 16.

KRESTOVNIKOFF V. N. 1935. Stratigraphy of the Goniatite formation of the Carboniferous in S. Ural. *Bull. Soc. Nat. Moscou, géol*, v. 113, (1), p. 114.

MENCHIKOFF N. 1936. — Études géologiques sur les Confins Algéro-Marocains du Sud, *B. S. G. F.* (5), VI, p. 131 à 149.

MILLER A. K. et CLINE L. M. 1934. — The cephalopod fauna of the Pennsylvanian Nelly Bie formation of Oklahoma. *Journ. Palaeont.*, vol. 8, p. 171 à 185, pl. 28.

PATTEISKY K. 1929. — Die Geologie und Fossilführung den Mahrisch-Schlesischen Dachschiefer, p. 1-354, pl. 1 à 26. Troppau.

PHILLIPS 1836. — Illustrations of the Geology of Yorkshire. Part. 2. The Mountain Limestone District.

RAUSER-TCHERNOOUSSOVA D. M. 1928. — Ueber die Carbon-Ammonitenfauna von Fergana. *Bull. Ass. Recherc. scient.*, Fac. des Sc. Moscou I, p. 165 à 177 et 1 planche.

RENZ 1910. — Stratigraphische Untersuchungen in Griech. Mesozoicum und Paleozoicum. *Jahrbuch d. K. K. Geol. Reichsanstalt*, Bd. 60, p. 464 à 467, pl. 18.

SCHINDEWOLF O. H. 1930. — Referate 3. *N. Jahrbuch f. Min. Geol. und Paleont.*, p. 107.

SCHMIDT H. 1925. — Die carbonischen Goniatiten. Deutschlands. *Jahrbuch d. Preuss. Geol. Landes*, Bd. 45, p. 489 à 609, taf. 19 à 26.

SCHMIDT H. 1931. — Das Palaeozoicum der Spanischen Pyrenaen. *Beitr. zur Geol. d. Westl. Mediterrangebiete*, n° 8.

SCHMIDT H. 1933. — Cephalopoden des älteren Namur a. d. Umgegend v. Arnsberg in Westfalen. *Jahrbuch d. Preuss. Geol. Landes*, Bd. 54, p. 440 à 461.

SMITH P. 1903. — The carboniferous Ammonoids of America. *U. S. geol. Survey. Monograph.*, vol. 42.

VERNEUIL E. DE. 1845. — Géologie de la Russie d'Europe, vol. II, 3e partie. Paléontologie.

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

EXPLICATION DE LA PLANCHE V

FIG. 1. — *Proshumardites Karpinskyi* RAUSER.
A. B. C. trois exemplaires- Grandeur naturelle.
FIG. 2 et 3. — *Proshumardites Karpinskyi* RAUSER et exemplaire jeune de *Cravenoceras* aff. *edalense* BISAT en H.
FIG. 4 et 5. — *Proshumardites Karpinskyi* RAUSER, vue de flanc et du côté ventral. Grandeur naturelle.
FIG. 6. — *Dimorphoceras thalassoide* sp. nov. Gr. : 1,5. Ornementation visible sur le dernier tour de spire.
FIG. 7. — *Dimorphoceras thalassoide* sp. nov. Gr. : 2.
FIG. 8 à 10. — *Sagittoceras* sp. Gr. : 1,3.
FIG. 8. — Coupe transversale.
FIG. 9. — Côté ventral.
FIG. 10. — Vue de l'un des flancs avec suture :
Se = selle externe ; Le = lobe externe ;
Sl = selle latérale ; Ll = lobe latéral.
FIG. 11. — *Cravenoceras* aff. *edalense* BISAT. Tours de spires vus en coupe transversale.
FIG. 12. — Ornementation sur la face ventrale d'un Homoceratide (probablement *Cravenoceras* aff. *edalense*).
FIG. 13. — Fragment de *Pronorites* aff. *cyclolobus* PHILLIPS. Les deux dernières sutures sont visible à gauche. Gr. : 3,5.
FIG. 14. — *Posidoniella* aff. *laevis* BROWN., en P.
Une Goniatite indéterminable en G.

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

Le gisement et la faune des marbres givétiens de la Ville-Dé-d'Ardin (Deux-Sèvres)

par **Gilbert Mathieu** [1].

Planche VI

I. — Situation géographique et géologique des gisements.

Le gisement givétien de la Ville-Dé-d'Ardin est situé à la limite des terrains primaires de la Gâtine et de la bordure jurassique du Nord du Bassin d'Aquitaine. Les marbres n'apparaissent que grâce à l'érosion dans les fonds de vallée, les plateaux étant occupés par les dépôts liasiques. La commune d'Ardin dont fait partie l'agglomération de la Ville-Dé [2] se trouve à 20 km. environ au NW de Niort sur la rive droite des petites rivières le Saumort et l'Autize.

Ce gisement ainsi défini est bien particulier : à l'extrême limite de la Gâtine d'une part et d'autre part à 3 km. au SE de la pointe du Bassin de Vouvant c'est-à-dire du pli synclinal le plus important de la Vendée [14].

Comme l'indique notre carte, fig. 1, il y a trois affleurements de marbre : 1° sous le hameau de Périgny [3] dans le vallon de la Gaconnière ; 2° à la Fontaine de Marbrière à l'Est de la Ville-Dé ; 3° au lieu-dit le *Cimetière-aux-Chiens* près des fermes de Fontbriand dans la vallée du Saumort.

Welsch [4] sur la carte géologique de Niort au 1/80.000e signale ces trois affleurements qu'il note *hd*. Ce secteur de la feuille de Niort particulièrement couvert est difficile à lever. Après de nombreuses excursions sur le terrain, nous avons pu suivre, grâce aux coupes pratiquées dans les bois de la Gacon-

1. Note présentée à la séance du 15 mars 1937.

2. L'orthographe du nom de cette agglomération de la commune d'Ardin peut donner matière à discussion, car on l'écrit tantôt *la Ville-Dé*, en deux mots, tantôt *la Villedé* en un seul mot. Nous employons l'orthographe de la carte d'Etat-Major au 1/80.000e de Niort. Une deuxième raison nous conduit à adopter l'orthographe *la Ville-Dé*, en deux mots, c'est qu'une autre localité située sur le sillon houiller de Vendée porte un nom très voisin : *Vildé*, en un mot, près de Saint-Philibert-du-Pont-Charrault; nous pensons ainsi éviter toute confusion.

3. Le nom porté pour ce hameau sur la carte géologique de Niort au 1/80.000e est Périgny, mais certains auteurs ont écrit Sérigny pour le même lieu.

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

nière, une étroite bande houillère qui de Saint-Laurs se dirige sur les gisements de Périgny puis de la Marbrière.

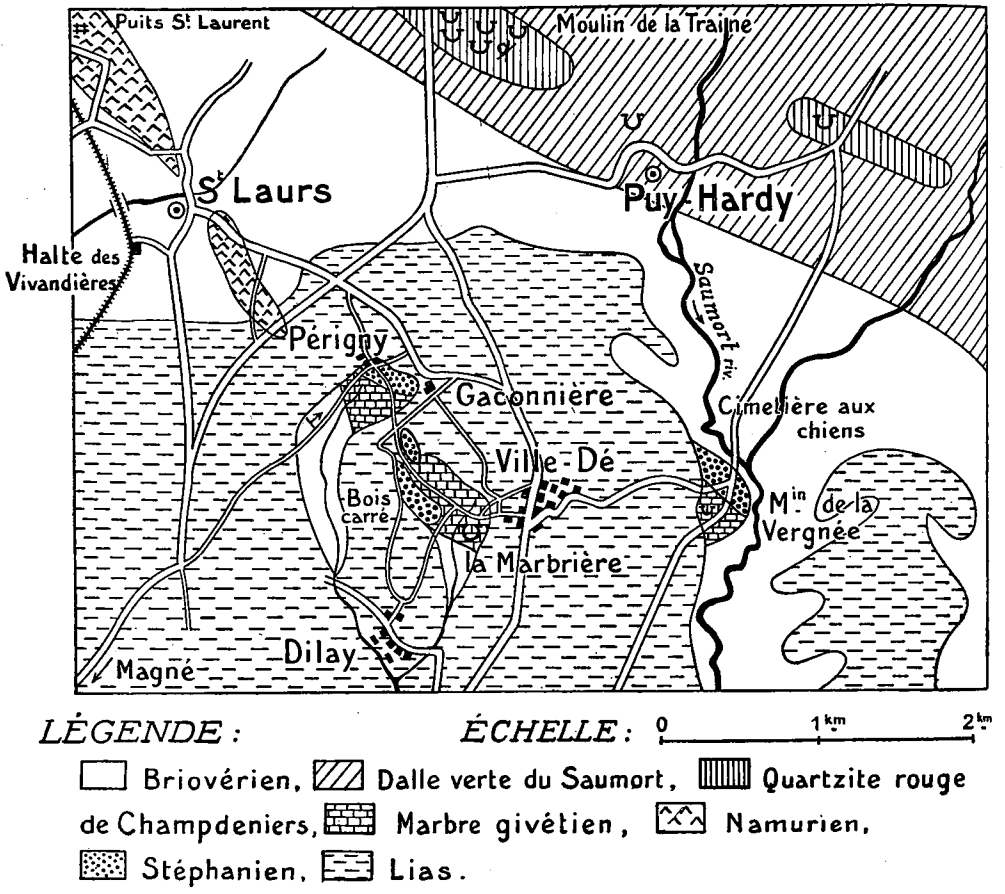


FIG. 1. — Carte géologique du secteur Saint-Laurs-la Ville-Dé-d'Ardin à l'extrémité S-E de la Gâtine.
Les signes conventionnels utilisés sur cette carte sont ceux de la carte géologique de France, au 1/80.000e.

Nous avons relaté les détails de ces levers dans le Bulletin de la Revue générale du Centre-Ouest de Poitiers [16]. Étant donné l'objet de cette étude, il nous suffira ici d'en tirer les conclusions structurales. Ces lambeaux houillers nous démontrent l'existence d'une ancienne cuvette dévono-carbonifère beaucoup plus importante que ne peuvent le laisser supposer les cartes actuelles. Cela nous montre aussi que le Givétien de la Ville-Dé appartient bien au long pli qui s'étend de Saint-Mars-de-Coutais (près du Lac de Grand'Lieu) à Saint-Laurs (Deux-Sèvres).

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

Au petit gisement de Givétien et de Houiller du Cimetière-aux-Chiens situé à l'écart de *l'axe la Marbrière, Saint-Laurs, Faymoreau* correspond, au Nord du Bassin de Vouvant, un lambeau carbonifère près du hameau de Fougeroux, commune du Busseau (Deux-Sèvres). Il existe donc une deuxième ligne synclinale au Nord du Bassin de Vouvant proprement dit[1].

Ainsi, nos trois gisements de Périgny (ou Sérigny) de la Marbrière et du *Cimetière-aux-Chiens* sont répartis suivant deux écailles qui apparaissent comme la subdivision du Bassin de Vouvant à son extrémité SE.

II. — Historique.

Les marbres de la Ville-Dé, connus et exploités depuis très longtemps ont fait l'objet d'opinions variées. Nous donnons toutes les références bibliographiques à la fin de notre travail. Résumons les principales appréciations des géologues.

Cacarrié [1] 1842 voyait dans les marbres d'Ardin du Silurien. A. Fournier [2] en fit du Dévonien (1888) et Dollfus [3] 1903 du Frasnien. Bergeron [6] les considéra comme carbonifères.

Welsch ne s'est jamais prononcé sur cette question écrivant toujours les marbres dévoniens ou carbonifères et notant ce terrain *hd* sur la feuille de Niort (1903). Welsch néanmoins décrit avec précision le gisement de la Marbrière qu'il fit visiter en 1903 à la Société géologique de France et à cette occasion, il publia même une vue de la carrière [5].

Plus récemment, M. Y. Milon signale en 1924 [8], puis décrit en 1928 des *Calcisphères* dans ces calcaires de Vendée [9]. Il montre que ces sections d'organismes ne permettent pas de donner de nouvelles précisions stratigraphiques sur ces calcaires. M. J. Péneau [10], à la suite des déterminations de Polypiers faites par Dollfus, range encore les marbres d'Ardin dans le Frasnien (1928).

Dans une note préliminaire sur le Primaire de Vendée [11] nous avons attribué en 1932 les marbres de Ville-Dé au Dévonien moyen ou supérieur sans plus de précision. En 1936, nous avons signalé que l'âge de ces gisements ne peut être que givétien [13].

1. Ce petit bassin houiller a été défini par Fournel en 1836, voir H. Fournel, Étude des Gîtes houillers et métallifères du Bocage Vendéen. Paris, *Imprimerie royale* 1836.

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

III. — Stratigraphie des gisements.

A la suite du travail de Fournier [2] et de la coupe schématique publiée par cet auteur, on a eu souvent tendance à opposer le *marbre blanc* du Cimetière-aux-Chiens au *marbre noir* de la Marbrière. *A priori*, cette distinction est justifiée puisqu'il s'agit de deux gisements différents qui pouvaient n'être pas absolument du même âge. A. Fournier (voir *Ibid.*) fig. 3, p. 119) admettait la succession suivante qui pour lui ne faisait aucun doute :

Age relatif ↑
4. Marbre noir de la Marbrière,
3. Marbre blanc du Cimetière-aux-Chiens,
2. Grès et argile,
1. Poudingue siliceux du Cimetière-aux-Chiens.

A. Fournier croyait à une série continue avec pendage SW et n'ayant pas de documents sur la Tectonique de détail du Primaire de Vendée, il ne se doutait pas de la répartition des gisements en deux petits plis.

Nous savons aujourd'hui que les poudingues à ciment siliceux et galets de quartz du « Cimetière-aux-Chiens » exploités si longtemps pour le pavage de la ville de Niort sont, non pas *siluriens*, mais bien *carbonifères* [15]. Ils sont identiques lithologiquement au poudingue de la Verrerie, base de la formation stéphanienne du Bassin de Vouvant [14, 11].

Les conclusions stratigraphiques de A. Fournier par suite des progrès de la géologie doivent maintenant être abandonnées.

La différence de couleur et de texture des calcaires de ces gisements n'est pas un argument stratigraphique et elle s'explique tout naturellement par la présence ou l'absence de micro-organismes. D'ailleurs on ne pourrait, sans commettre d'erreurs, être catégorique sur la répartition des couleurs et de la finesse du grain de la roche d'après les gisements. Un examen plus détaillé des affleurements montre qu'il existe des marbres blancs à la Marbrière et des marbres noirs et bleus au *Cimetière-aux-Chiens*. Comme le montrent les études en plaques minces des calcaires de Chalonnes et de Chaudefonds, et également de la Ville-Dé faites par M^lle^ Le Maître, ces aspects différents sont dus à la microstructure des calcaires.

L'identité des organismes étudiés en plaques minces et provenant des trois gisements permettait dès l'année dernière à M^lle^ Le Maître d'attribuer à un même niveau du Dévonien moyen, les différents marbres d'Ardin [13].

En recherchant dans les collections de Poitiers et de Niort des

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

échantillons de Brachiopodes provenant des marbres de la Ville-Dé, j'ai reconnu une série de pièces appartenant sans aucun doute à l'espèce *Stringocephalus Burtini* DEFRANCE. Retournant alors sur le terrain, j'ai pu récolter moi-même de nouveaux exemplaires de cette espèce caractéristique, à la fois dans la carrière de la Marbrière et dans la nouvelle exploitation de Fontbriand. Ces constatations faites dans les Musées, puis sur le terrain, nous permettent aujourd'hui de fixer un âge givétien aux marbres d'Ardin pour lesquels les avis étaient partagés [16].

1. — Gisement de la Marbrière.

Entre les rochers de poudingue siliceux situés à la lisière du *Bois-carré* et la carrière de la Marbrière, Bergeron [6] a signalé une grauwacke celluleuse. Cette roche est encore visible dans l'angle sud de la carrière de la Marbrière dans la partie la plus proche du petit ruisseau. Nous n'avons pas découvert de fossiles dans cette grauwacke mais simplement constaté qu'elle s'enfonçait au Nord sous le calcaire. Il y a une alternance de grauwacke [1] et de calcaire marneux. Puis vient la masse de calcaire ; à la base un banc marneux renferme des Stringocéphales, c'est là que nous avons recueilli un gros exemplaire de *Stringocephalus Burtini*, var. *dorsalis* GOLDFUSS. Au-dessus le calcaire est très compact non lité, recoupé de cassures et parcouru par des veinules de calcite ; l'inclinaison est impossible à voir. On constate dans le front de taille de marbre des sections de *Stringocephalus* reconnaissables à leur grands *septa*. Dans l'argile rouge de décalcification situé au-dessus de la carrière et dans les poches de dissolution, on peut récolter des brachiopodes en partie dégagés ainsi que des polypiers. C'est de ces terres rouges que proviennent un grand nombre de pièces de la collection Sauvaget, comme M. Sauvaget nous l'a lui-même confirmé.

2. — Gisement de Fontbriand.

Les couches les plus inférieures visibles dans la nouvelle carrière sont constituées par un calcaire sublithographique de couleur claire, blanc ou d'une teinte *café au lait* ; ce calcaire est massif mal stratifié et a été broyé par le plissement. En superposition, plongeant vers le NE, on voit des bancs de calcaire

1. Les calcaires à *Stringocephalus* et *Bornhardtina* de Hillesheim (Allemagne) sont superposés aux grauwackes à *Newberria caïqua*. On peut se demander si par analogies les schistes et grauwackes de la base de la carrière de la Marbrière à la Ville-Dé ne représenteraient pas les *Caïqua schichten* en Vendée ?

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

très dur bleu foncé, bourré de *Stringocephalus*. L'espèce *St. Burtini* DEFRANCE, présente en ce point de la Vendée, l'abondance qu'on lui connaît dans le *Massenkalk* du Sauerland en Allemagne ou dans le calcaire bleu du Givétien de Couvin (Belgique).

3. — Gisement de Périgny.

Dans le vallon de la Gaconnière qui coupe le Givétien sur une assez grande étendue, il n'y a pas de carrière. Les affleurements sont constitués uniquement par des bosses de calcaire qui ressortent au milieu des chemins creux ou sur les bas-côtés. Il n'est donc pas possible de reconnaître une sucession dans le détail des bancs. On constate simplement la présence de marbre noir et de marbre blanc.

Puissance des marbres de la Ville-Dé.

C'est dans le vallon de la Marbrière qu'on peut le mieux apprécier l'épaisseur de cette formation. Le calcaire affleure sur plus de 300 m. ; 400 m. très probablement en certains points. D'autre part, les couches sont redressées à plus de 45° ; le Givétien de Vendée atteindrait donc près de 200 m. de puissance.

IV. — TECTONIQUE.

Relations du Givétien avec les autres terrains.

Au Sud des marbres de Périgny et de la Marbrière, dans le fond des vallons, nous observons une série de schiste séricitique, grauwacke, quartzite et psammite noté X (Briovérien) avec pendage NE. Entre ce Briovérien et le Dévono-carbonifère nous sommes en droit de supposer l'existence d'une faille très importante. En effet le Bassin de Vouvant est bordé au Sud par une faille, invisible en affleurement parce que le pays est trop couvert, mais qui se manifeste par des effets mécaniques tels que le laminage du gisement namurien à Puy-de-Serre [14] et le renversement du flanc SW du Bassin de Saint-Laurs. Bergeron a déjà publié sur ce dernier sujet des documents fort intéressants [7]. Cette opinion sur la *faille de laminage* est confirmée, par l'existence d'un lambeau de calcaire avec section de *Productus* qui fut recoupé par une galerie sud du Puits Saint-Laurent, Mine de Saint-Laurs (niveau 181), située à 4 km. au NW.

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

Le pendage des marbres de la Ville-Dé a fait l'objet d'estimations différentes. A. Fournier a interprété tous les gisements comme formant une série continue inclinée vers le SW. Welsch a noté au contraire un pendage NE dans la carrière de la Marbrière, ce qui est aussi notre avis. Dans la nouvelle carrière de Fontbriand (le *Cimetière-aux-Chiens*) un banc à *Stringocephalus* présente nettement ce pendage NE.

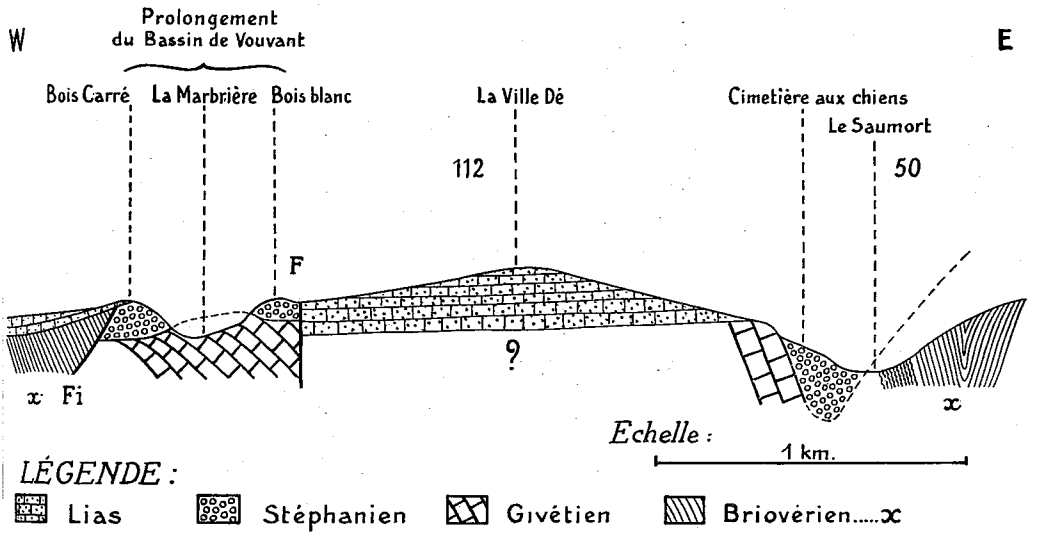


FIG. 2. — Coupe verticale montrant la répartition des gisements de Marbre givétien suivant deux bandes synclinales.

Fi, Faille inverse de laminage du Synclinal dévono-carbonifère, d'âge varisque ; F, Faille d'effondrement d'âge miocène supérieur.

Les conglomérats carbonifères sont superposés au marbre dans le *Bois-Blanc* et le *Bois-Carré* de la Gaconnière. Il y a une lacune stratigraphique entre le Givétien et le Stéphanien. Au *Cimetière-aux-Chiens* les poudingues siliceux situés en contre-bas des affleurements de marbre forment le noyau du petit synclinal secondaire. Sur le flanc N de cette écaille, nous passons directement du Houiller à la série briovérienne. C'est, soit un reste de la structure originelle du bassin carbonifère avec transgression du Houiller, soit le résultat d'une faille supprimant le Givétien sur le flanc N de l'écaille de *Fougeroux-le-Cimetière-aux-Chiens*.

En résumé, la faille sud du Bassin de Vouvant limite au Sud le gisement de la Marbrière et un autre accident peut exister aussi au Nord des affleurements carbonifères du Cimetière-aux-Chiens. Le Lias masque la structure du Primaire entre les deux

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

écailles, néanmoins il ne peut exister une série continue, car l'épaisseur du Givétien deviendrait invraisemblable. Le doublement par pli-faille devient donc certain, ce qui explique en même temps le broyage des marbres blancs du *Cimetière-aux-Chiens*.

Si les affleurements du Givétien de la commune d'Ardin sont conditionnés par la structure en écailles si fréquentes en Vendée, cet étage a été de plus affecté par les cassures récentes d'âge miocène ou même pliocène. Le Lias de la Métairie de la Gaconnière et de la Ville-Dé est effondré par rapport au Carbonifère du *Bois-Blanc* et au Givétien de la Marbrière comme le montre notre figure 2. C'est en miniature la structure de la plaine de Chantonnay [12] effondrée au N de la bande houillère que nous retrouvons ici.

Conclusions.

Nous devons noter l'analogie entre le Bassin dévono-carbonifère de Vendée (Saint-Mars-de-Coutais, Malabrit, Chantonnay, Vouvant, Ardin) et le Bassin d'Ancenis. Outre des phénomènes identiques dans l'histoire géologique des deux bassins, comme les faciès coralligènes dans le Dévonien moyen, Eifelien d'une part, Givétien de l'autre, et comme la transgression du Stéphanien sur le Namurien (consulter à ce sujet la description du petit bassin de Doué-la-Fontaine par le Dr Couffon [11 *bis*], nous pouvons constater la décomposition de ces deux bassins en écailles synclinales à leur extrémité SE. En effet, le Bassin d'Ancenis se prolonge dans la vallée du Layon par le *sillon houiller* de Saint-Aubin-de-Luigné à Doué-la-Fontaine et il donne également les deux petites écailles de Chalonnes et de Chaudefonds (voir la coupe donnée par Mlle Le Maître dans cette région [11 *ter*]. Or, en Vendée aussi, le Bassin de Vouvant se dédouble pour former les deux lignes synclinales : 1) *Faymoreau-la-Marbrière* et 2) *le Fougeroux-Fontbriand*.

ÉTUDE DES BRACHIOPODES

Stringocephalidae King.

Stringocephalus Defrance 1827.

Pl. VI, fig. 1 à 7.

Stringocephalus Burtini Defrance, voir Index bibliographique.

Au cours de nos premières excursions dans les affleurements de la Ville-Dé, nous n'avions pas recueilli de débris de Brachiopodes, mais seulement des Polypiers. Lors d'une visite à la

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

Faculté des Sciences de Poitiers, M. le professeur Patte [1] voulut bien nous remettre les quelques fragments de Brachiopodes ramassés par Welsch dans la carrière de la Marbrière. Puis, plus récemment, au cours d'un nouveau voyage, M. Patte nous confia la série des gros Stringocéphales recueillis à la Ville-Dé par M. Sauvaget, instituteur à Niort, qui a cédé sa collection à l'Université de Poitiers.

Nous avons encore étudié les échantillons déposés au Musée de Niort [2] par M. Ducrocq qui sont cités dans une publication de A. Fournier en 1889. Enfin, sur le terrain en avril 1936, nous avons récolté un très gros exemplaire de Stringocéphales à la Marbrière. Dans la nouvelle carrière de Fontbriant (*le Cimetière-aux-Chiens*)nous avons reconnu l'existence d'un banc à *Stringocephalus Burtini* DEFR.

C'est de tous ces exemplaires que nous parlerons ici.

1) Organisation interne de la coquille.

Nous montrerons d'abord que tous les échantillons recueillis appartiennent bien au genre *Stringocephalus*. En effet Eug. Schulz en 1913 a montré que le genre *Bornhardtina* présentait une ressemblance extrême avec les Stringocéphales.

Au dire de Ting, ces deux genres ont été fréquemment confondus, en ce qui concerne les échantillons de Rhénanie. A la suite d'une excursion en Eifel, dirigée par le professeur Wedekind, et sous la direction de celui-ci, Ting entreprit une étude comparative des deux genres. Son travail intitulé « Sur la connaissance des genres *Bornhardtina* SCHULZ et *Stringocephalus* DEFRANCE » résume les études précédentes de Schulz et Wedekind et donne de nouvelles précisions sur l'organisation et l'évolution du deltidium.

Si les genres *Stringocephalus* DEFRANCE et *Bornhardtina* SCHULZ présentent souvent la même forme extérieure, l'organisation interne diffère essentiellement. Les grands septums médians dorsaux et ventraux, l'apophyse de fermeture en forme de fourche (*Schlossfortsatz*) qui se détache près des cruras, pour venir se fixer sur le septum ventral, enfin la boucle de l'appareil brachial sont caractéristiques du genre *Stringocephalus*. Au con-

1. Nous remercions bien vivement M. le professeur Patte qui nous a prêté les échantillons des diverses collections conservées au laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Poitiers, concernant le massif primaire de Vendée.

2. M. Lacroix, conservateur du Musée de Niort, nous a communiqué les quelques pièces des collections de Niort qui intéressent le Givétien de Vendée, nous lui exprimons ici notre reconnaissance.

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

traire, le genre *Bornhardtina* qui appartient au groupe des *Uncites* lisses ne présente pas de boucle (la bandelette calcaire et la base de la crura forment simplement un Y). Le septum médian dorsal chez quelques *Bornhardtina* peut être représenté par un faible bourrelet.

Or, tous les échantillons recueillis et préparés à l'acide par M. Sauvaget ne peuvent laisser aucun doute. Ils montrent sur les deux valves les longues et hautes cloisons de *Stringocephalus*. De plus, deux exemplaires montrent *l'apophyse cardinale en forme de fourche* (Pl. VII, fig. 3 et 4) (= *Cardinal process* de Davidson).

2) **Organisation du deltidium.**

Dans les deux genres, les plaques deltidiales limitant d'abord une ouverture en forme de fente verticale se soudent suivant une ligne qui est située dans le plan de symétrie bilatéral. Puis, tandis que chez *Bornhardtina* le foramen est fermé, au cours de la croissance, par les plaques médianes pour arriver finalement à être complètement obturé si l'on en croit les figures de Ting [dessin C, texfigur 1 (*Pseudodeltidium*)] il reste ouvert chez *Stringocephalus*. Il en résulte que dans les individus adultes l'espèce *Bornhardtina uncitoides* Sch. est caractérisée par un ovale situé sous le crochet tandis que chez *Stringocephalus* le foramen déplacé vers le bas par la croissance des plaques médianes (*mittelplatten*) apparaît au milieu du deltidium. Cette position du foramen est justement très bien indiquée sur un exemplaire de la collection Sauvaget (Pl. VI, fig. 2), les autres exemplaires montrent l'aréa large qui est encore un caractère du genre *Stringocephalus* (*Bornhardtina* ayant une aréa plus étroite).

Ting signale que sur un exemplaire de grande taille de *Stringo-*

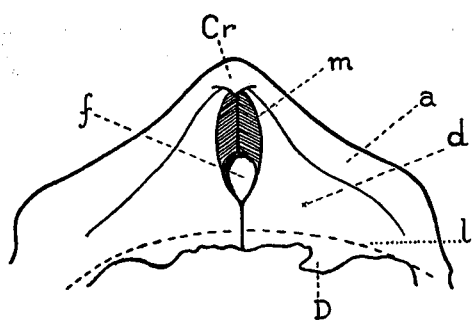


Fig. 3. — Schéma de l'organisation du *Deltidium* de *Stringocephalus*.
Cr, Crochet; D, dent; a, aréa; d. plaque deltidiale; m, plaques médianes; f, foramen; l, ligne cardinale.
N. B. Dessin calqué sur la photogr. d'un échant. provenant de la carrière de la Marbrière.

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

cephalus Burtini DEFR. provenant de Rohr, les deux petites plaques médianes sont fondues avec les plaques deltidiales. De plus, dans sa figure 1 (dessin E), montrant le développement du deltidium, Ting indique chez *Stringocephalus* deux lignes descendant du crochet et séparant seulement la partie supérieure des plaques médianes, des plaques deltidiales situées latéralement. Or, sur notre échantillon de la fig. 4, Pl. VI, on peut très nettement observer des caractères un peu différents. En effet, comme nous l'indiquons dans la figure 3, sous le crochet du Stringocéphale deux lignes assez fines tracent une ellipse complètement séparée des plaques deltidiales, c'est dans le tiers inférieur de cette ellipse que le foramen se trouve localisé ; la partie supérieure est occupée par les plaques médianes. Les observations intéressantes de Ting sont donc valables seulement pour les échantillons de grande taille, les exemplaires de taille moyenne offrent des plaques médianes bien délimitées.

La conservation très bonne d'un des échantillons de la Marbrière permet une remarque supplémentaire : les plaques médianes de *Stringocephalus* sont non pas lisses mais finement striées. Les stries obliques ont une disposition symétrique par rapport à la ligne médiane si bien que l'ensemble offre une disposition en chevron (ce caractère est reporté sur notre dessin fig. 3). Ces stries obliques des plaques médianes s'expliquent bien comme étant la marque des stades de croissance de ces pièces.

3) Différentes variétés dans la forme de la coquille.

On sait que l'espèce *Stringocephalus Burtini* DEFRANCE est très polymorphe. Schnur a figuré, avec la forme type, deux variétés que nous retrouvons en Vendée. Il y a la variété *Stringocephalus Burtini* var. *rostrata* SCHLOTH. Un échantillon de la collection Sauvaget avec bec très recourbé (Pl. VI, fig. 5) peut être rapporté à cette forme.

On rencontre également à la Marbrière la variété *dorsalis* GOLDFUSS caractérisée par la très grande largeur de la coquille en dessous de la ligne cardinale. Ces Stringocéphales présentent comme des ailes latérales. C'est à cette variété qu'appartient un échantillon ramassé à la Marbrière en 1879 par Ducrocq et déposé au Musée de la ville de Niort, sous le n° P. 192. Cette pièce atteint une largeur de 8 cm. Comme le bord frontal est cassé, elle peut donner, à première vue, l'impression d'un *Spirifer*. C'est sous ce nom qu'elle a été signalée en 1888 par A. Fournier qui cite également des *Favosites* et des *cyatophyllum* dans les marbres de la Ville-Dé-d'Ardin [2].

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

J'ai recueilli à la base des calcaires de la Marbrière un exemplaire de la même variété qui atteint 10 cm. de largeur près de la ligne cardinale. Il présente une grande ressemblance avec l'échantillon figuré sous le nom de *St. giganteus* Sow. et qui n'est qu'une variété de l'espèce *St. Burtini* Defrance, d'après Davidson (voir Index bibliographique).

Taille des échantillons. — Les formes typiques de l'espèce *Stringocephalus Burtini* Defrance atteignent de très grandes tailles en Vendée ; l'échantillon figuré pl. VI, n° 7, s'il était complet, atteindrait une largeur de 12 cm. Or, les très beaux exemplaires de la collection de Verneuil, provenant de Paffrath dans l'Eifel, présentent une largeur de 9 cm., une longueur de 14 cm. Les échantillons de Stringocéphales du Massenkalk du Sauerland conservés dans le Musée d'Altena offrent à peu près ces dimensions. Les individus de Vendée, s'ils étaient complets seraient donc à ranger parmi les plus grandes pièces de Brachiopodes.

Ornementation. — Le grand exemplaire figuré pl. VI, n° 7, offre les stries radiaires très fines et bifurquées qui sont indiquées dans les figures de Schnur et de Davidson. L'échantillon P. 192 de Niort montre en profondeur la structure du test avec les côtes radiaires.

Fragments de la collection Welsch. — Les débris de Brachiopodes recueillis par Welsch qui étaient insuffisants pour fixer l'âge des calcaires peuvent être déterminés par comparaison avec les autres pièces. Il y a d'abord un septum ventral isolé avec un fragment de valve. Cette pièce en forme de T était assez énigmatique. Une autre pièce plus intéressante est un intérieur de valve, Pl. VI, fig. 6. M. G. Delépine nous avait indiqué que ce fragment devait être attribué probablement à un Stringocéphale d'après une pièce, presque semblable, déposée au British Museum. Il s'agit d'une valve dorsale avec les bases de crura et les fossettes dentaires sur le côté. Ces pièces calcaires forment deux plaques qui ferment, ou plus exactement, bloquent latéralement les dents et servent d'insertion aux crura. Ting les nomment *Schlossplatte* sur ses planches.

Pour ne rien omettre, nous devons signaler que Welsch avait ramassé également un autre fragment de Brachiopode. Ce fragment complètement dégagé paraît bien être un Orthis, mais il est trop usé et incomplet pour être déterminé. Nous espérons qu'une reprise de l'exploitation de la carrière de la Marbrière, nous donnera ultérieurement de nouveaux éléments.

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

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

Stratigraphie et Tectonique.

1. 1842. CACARRIE. — Description géologique du département des Deux-Sèvres. *Mémoire de la Société de Statistique du Dép. des Deux-Sèvres*, 1re série, t. VIII, p. 262, 1842-1843.
2. 1888. A. FOURNIER. — Document pour servir à l'étude du Détroit poitevin. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., t. XVI, p. 113-181, fig. 3.
3. 1903. DOLLFUS. — Compte rendu de l'excursion de la Soc. Géol. de France en Poitou. Observations sur l'âge des marbres de la Ville-Dé. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., t. III, 1903, p. 1006.
4. 1903. J. WELSCH. — Carte Géologique au 1/80.000e de Niort et légende, feuille n° 142.
5. 1903. J. WELSCH. — Réunion extraordinaire de la Société Géologique de France en Poitou. *Bull. Soc. Géol. France*, 4e série, t. III, 1903, p. 805. Roches anciennes de la Gâtine et Compte rendu d'excursions, p. 1002, voir Pl. XXIV, fig. 1.
6. 1905. BERGERON. — Étude sur le Prolongement oriental du Bassin de la Vendée. (*Rapport non publié mais conservé dans les archives des Mines de Faymoreau.*)
7. 1910. BERGERON. — De l'action des poussées venant du Sud sur l'allure des Assises paléozoïques du NW de la France. *Bull. Soc. Géol. France*, 4e série, t. X, 1910, p. 166-175.
8. 1924. Y. MILON. — Sur la présence de *Calcisphères*, Williamson, dans le calcaire frasnien de la Ville-Dé-d'Ardin, Deux-Sèvres. *C. R. somm. Soc. Géol. Fr.*, séance du 5 nov. 1924, n° 15.
9. 1928. Y. MILON. Recherches sur les calcaires paléozoïques et le Briovérien de Bretagne (*Thèse*), voir p. 65 à 68 et Pl. II, fig. 1.
10. 1928. J. PÉNEAU. — Recherches stratigraphiques et paléontologiques dans le SE du Massif armoricain, p. 102 (*Thèse*). *Bull. Soc. Sc. Nat. Ouest*, 4e série, t. VIII.
11. 1932. G. MATHIEU. — Observations stratigraphiques dans le Bocage Vendéen et la Gâtine, p. 69 et fig. 3. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LVII.

11 *bis*. 1934. Dr OLIVIER COUFFON. — Précis de Géologie angevine. Angers, Imprimerie centrale, p. 90.

11 *ter*. 1934. D. LE MAITRE. — Étude sur la Faune des Calc. dévon. du Bassin d'Ancenis. (*Thèse.*) *Mém. Soc. Géol. Nord*, t. XII, p. 24.

12. 1935. G. MATHIEU. — Les failles tertiaires de Vendée et leurs relations avec les plissements hercyniens. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LX, fasc. 1, p. 41.
13. 1936. G. MATHIEU. — Sur l'âge givétien des Marbres de la Ville-Dé-d'Ardin. *CR. Ac. Sc.*, t. 202, p. 1523, séance du 4 mai 1936.
14. 1936. G. MATHIEU. — Aperçu général sur les terrains primaires de la région vendéenne. *Bull. de la Revue du Centre-Ouest de la France*, Poitiers, 2e trim., juin 1936, n° 42.
15. 1936. G. MATHIEU. — Note sur les empreintes du Terrain houiller conservées dans les collections géologiques de Poitiers et de Niort. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XLI, p. 71, pl. II et III.
16. 1936. G. MATHIEU. — Les problèmes géologiques du secteur. La Ville-Dé-d'Ardin-Saint-Laurs. *Bull. de la Revue du Centre-Ouest de la France*, Poitiers, n° 45, p. 744, mars 1937.

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

Pour plus de détails on trouvera d'autres références dans nos récentes publications sur la Vendée, citées ci-dessus.

Paléontologie.

17. 1826. DEFRANCE. — Dictionnaire des Sciences naturelles ; t. I, p. 102, pl. 75, fig. 1 *a-c*.
18. 1853. SCHNUR. — Brachiopoden von der Eifel. Cassel, Pl. VII, fig. 5 *a-b*.
19. 1851-53. DAVIDSON. — British fossil Brachiopoda, t. I, p. 73, Paleontographical Society, London.
1864-71. DAVIDSON. — British fossil Brachiopoda, t. V, p. 11 et pl. I, fig. 18-22, pl. II, fig. 1-11.
20. 1894. HALL. — Hand Book of the Brachiopoda Report of the State geologist Part II, State of New York, Albany.
21. 1913. SCHULZ. — Ueber einige Leitfossil der Stringocephalen schichten der Eifel Taf. 7-8. *Die Verhandl. des Naturhistorichen Vereins der preus, Rheinlande und Westphalens*, p. 335.
22. 1917. WEDEKIND. Ueber Stringocephalus Burtini und verwandte Formen. *Die Nachrichten von der K. Gesellschalft der Wissenschaften zu Gottingen*, Math. Physik. Klasse.
23. 1936. TING. — Zur Kenntnis der Gattungen Bornhardtina SCHULZ und Stingocephalus DEFR., p. 343, Taf. 1, 2, 3. *Bull. of the Geological Society of China*, vol. XV, n° 3.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VI

1. ***Stringocephalus Burtini*** DEFR. Valve ventrale montrant l'aréa et le deltidium. Collection Sauvaget, Musée de Poitiers. Provenance, la Marbrière.
2. ***Stringocephalus Burtini***. Valve ventrale montrant le septum médian (*Sv*) et les impressions musculaires. Sous le crochet on aperçoit nettement dans l'aréa, le deltidium, avec le foramen ouvert (*f*) et les plaques médianes striées en chevron (*m*). Échantillon grossi une fois et demi. Collection Sauvaget, Musée de Poitiers. Provenance, la Marbrière.
3. ***Stringocephalus Burtini***. Région du crochet, vue de profil, la coquille ouverte sur le côté montre l'apophyse cardinale (*a*) terminée en fourche, de la valve dorsale qui vient s'appuyer sur le septum de la valve ventrale. Gr. nat. Collection Sauvaget, Musée de Poitiers. Provenance, la Marbrière.
4. ***Stringocephalus Burtini***. Coquille vue de profil, la valve ventrale est ouverte suivant le septum médián (*Sv*), cette cloison apparaît d'ailleurs lisse sur la photographie ; (*a*) apophyse en fourche de la valve dorsale. Collection Sauvaget (même provenance).
5. ***Stringocephalus Burtini*** DEFR., var. *rostrata* SCHOTH. Coquille vue de profil montrant le crochet recourbé. Grandeur naturelle. Collection Sauvaget. Université de Poitiers. Provenance, la Marbrière.
6. ***Stringocephalus Burtini*** DEFR. Intérieur de la valve dorsale, (*c*) base des cruras, (*fo*) fossette dentaire. Grandeur naturelle. Échantillon recueilli par Welsch à la Marbrière.
7. ***Stringocephalus Burtini*** DEFR. Ensemble des deux valves vu par la ligne cardinale. La structure du test est bien visible : fines stries radiaires bifurquées. Échantillon figuré grandeur naturelle. Collection Sauvaget, Musée de Poitiers. Provenance, la Marbrière.

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

Étude de la faune corallienne des calcaires givétiens de la Ville-Dé-d'Ardin (Deux-Sèvres)

par Mlle D. Le Maître [1].

Planches VII, VIII, IX et X.

M. Mathieu a bien voulu me confier l'étude des Polypiers et Stromatoporoïdes des marbres de la Ville-Dé-d'Ardin.

Le matériel étudié comprend des spécimens prélevés, jadis, au moment de l'exploitation des carrières en partie abandonnées aujourd'hui, spécimens conservés dans les collections de la Faculté des Sciences de Poitiers (échantillons de la collection Sauvaget) ; d'autres ont été récoltés par M. Mathieu. Les plus beaux spécimens, et aussi les plus nombreux, proviennent de la Carrière de la Marbrière. Tous ne sont pas très bien conservés et la recristallisation a empêché la détermination d'un bon nombre d'entre eux.

En 1903, Dollfus, ayant examiné les Calcaires de la Marbrière, avait déterminé les espèces suivantes :

Alveolites suborbicularis Lmk.
Alveolites goldfussi Michelin *sp.*
Favosites cervicornis Blain. *sp.*
Disphyllum caespitosum Goldf. *sp.*
Aulopora repens Knor et Walch. *sp.*

soit en tout 6 espèces de Polypiers, il ne mentionnait aucun Stromatoporoïde et concluait à l'âge frasnien de ces marbres.

J'ai pu déterminer et décrire 10 espèces de Polypiers différents de ceux cités par Dollfus, et 12 espèces de Stromatopores. J'en donne ici la description, basée sur l'étude que j'en ai faite en lames minces et une figuration pour les formes principales dans les 4 planches qui accompagnent ce travail.

1. Note présentée à la séance du 15 mars 1937.

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

I. — POLYPIERS

Cyatophyllum (*Ceratophyllum*) *dianthus* Goldfuss.

Pl. IX, fig. 1.

1826. *Cyathophyllum dianthus* Goldfuss. Petr. Germ., p. 34, pl. 16, fig. 1.
1881. *Cyathophyllum dianthus* Quenstedt. Petr. Deutschlands, p. 470, pl. 159, fig. 2 et 3 ; pl. pl. 162, fig. 11 et 12.
1886. *Cyathophyllum dianthus* Frech. Cyathophylliden und Zaphrentiden p. 68, pl. I, fig. 1 et 2.
1914. *Cyathophyllum dianthus* Charlesworth. Das Devon der Ostalpen, p. 363, pl. 21, fig. 8.
1934. *Cyathophyllum dianthus* Le Maître. Faune des Calcaires dévoniens, du Bassin d'Ancenis, p. 153, pl. 5, fig. 13 et 14.

Je rapporte à cette espèce un spécimen dont je ne puis donner la forme et les caractères extérieurs. Il est entouré par un Stromatoporoïde : *Actinostroma clathratum* Nich.

La coupe transversale accuse un diamètre de 6 millimètres.

On peut y distinguer deux zones :

a) *Une zone périphérique* où les septa et intersepta sont empâtés dans un dépôt stéréoplasmique formant contre la muraille un anneau se détachant en blanc sur la roche encaissante.

b) *Une zone centrale* où les septa et intersepta sont libres. Les intersepta sont très courts dans cette zone et n'atteignent pas le centre du polypier. Les septa majeurs, presque droits, sont munis d'épines et vont jusqu'au centre. Ces derniers sont au nombre de dix-sept environ et alternent régulièrement avec les premiers.

Extension verticale. — *Cyathophyllum dianthus* est une espèce qui était considérée comme caractéristique du Givétien. En Allemagne, on la trouve en abondance dans les calcaires à Stringocéphales (Schwelmer Kalk) ; il existe encore, mais il y est rare, dans les niveaux d'Eskerberger et Dorper Kalk. On ne le trouve plus dans les Iberger Kalk (Frasnien).

Charlesworth a figuré (*op. cit.*, fig. 8) une coupe transversale semblable à celle trouvée dans les calcaires de Vendée ; d'après cet auteur, ce spécimen proviendrait du Dévonien inférieur (?) (Coblencien supérieur ou Eifélien ?) de la Vallée du Valentin. Je l'ai aussi signalé dans les calcaires de Chaudefonds (base de l'Eifélien).

Localité et Gisement. — Carrière de la Marbrière. Collection de la Faculté de Poitiers.

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

Cyathophyllum (*Disphyllum*) *virgatum* HINDE.

Pl. VII, fig. 1 et 2.

1890. *Cyathophyllum virgatum* HINDE. Notes on the Palaeontology of Western Australia, 2. Corals and Polyzoa. *Geol. Mag.*, N. S., p. 194, pl. VIII, fig. 1 *a*, 1 *b*,
1922. *Cyathophyllum* (*Thamnophyllum*) *sp.* COWPER REED. Devonian Fossils from Chitral and the Pamirs, p. 14, pl. 3, fig. 1 et 2.
1936. *Disphyllum virgatum* HILL. Upper devonian from Western Australia, pl. I, fig. 4 à 8.

Plusieurs spécimens incomplets et deux spécimens complets ont pu être observés. L'un des deux spécimens complets de forme arquée mesure 3 cm. de longueur totale et 1,3 cm. de diamètre au voisinage du calice.

Un fragment de 3 cm. de long a un diamètre moyen de 7 mm. Les deux bords sont parallèles.

Le calice des spécimens complets est peu profond. La muraille porte quelques fins bourrelets concentriques ; lorsque la muraille a disparu, toute la surface extérieure est couverte de côtes longitudinales qui sont les bords externes des septa ainsi mis à nu.

On distingue deux zones dans la coupe transversale : une *zone externe* (stéréozone) et une *zone centrale* ou interne.

a) *Zone externe.* — Très près de la muraille, les septa et intersepta s'aplatissent, deviennent plus épais et sont reliés entre eux par un anneau stéréoplasmique qui, chez un spécimen étudié, atteint un millimètre d'épaisseur moyenne. Cet empâtement des septa par du stéréoplasme peut se produire à la naissance des septa, contre la muraille, ainsi que l'on pourra le constater dans la coupe figurée (pl. VII, fig. 1), Les septa de 2e ordre finissent ou se prolongent très peu en dehors de cet anneau stéréoplasmique.

b) *Zone centrale.* — Les septa majeurs au nombre de vingt-huit environ pour un diamètre de 10 mm. s'amincissent ensuite et se dirigent vers le centre du polypier sans toutefois l'atteindre. Ceci est un caractère du genre *Disphyllum* tel qu'il a été décrit par les auteurs. Les septa majeurs sont reliés entre eux par des dissépiments épais, concaves vers le centre.

La coupe longitudinale montre près des deux bords le dépôt de stéréoplasme suivi de planchers vésiculeux très inclinés. Au centre, les planchers sont denses, parallèles et irréguliers formant des sortes de dômes.

Rapports et différences. — D'après Dorothy Hill, *Disphyllum virgatum* ne diffère de *Disphyllum depressum* que par la forme

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

extérieure arquée chez la 1re espèce et trochoïde chez la 2e. Tous les autres caractères sont identiques de part et d'autre. J'ai rapporté les spécimens étudiés ici à *Disphyllum virgatum*, car l'un d'eux a la forme générale indiquée par l'auteur ; cependant je dois signaler que des fragments ont leurs bords parallèles et pourraient être désignés comme *Disphyllum depressum*. Peut-être, y aurait-il lieu d'ailleurs de réunir ces deux espèces.

Cowper Reed décrit et figure (*op. cit.*, pl. III, fig. 1 et 2) sous le nom de *Cyathophyllum* (*Thamnophyllum*) sp. un exemplaire qui a les caractères internes de *Disphyllum virgatum* et *Disphyllum depressum* ; l'anneau stéréoplasmique est un peu moins développé que chez les spécimens types, mais ceci est un caractère sujet à variation.

Extension verticale. — Dorothy Hill a étudié un matériel provenant d'un niveau stratigraphique non parfaitement défini ; il est rapporté par l'auteur au Givétien supérieur ou au Frasnien inférieur sans pouvoir préciser davantage. Les spécimens décrits par Cowper Reed sont du Dévonien supérieur.

Localité et Gisement. — La Ville-Dé-d'Ardin. Le gisement n'est pas indiqué.

Cyathophyllum (*Disphyllum*) *Goldfussi* Geinitz.

Pl. VII, fig. 8 et 9.

Lang et Smith 1935. *Disphyllum Goldfussi* Geinitz, p. 544 et 568, pl. 35, fig. 4 à 8.

Des lames minces ont été prélevées dans un spécimen. La coupe transversale de 14 mm. de diamètre compte 24 septa majeurs qui n'atteignent pas tout à fait le centre. Ils alternent avec le même nombre de septa mineurs, de longueur moitié moindre. Les septa majeurs épais à la périphérie deviennent brusquement très fins en gagnant le centre. Dans la zone périphérique, septa et intersepta sont reliés entre eux par des dissépiments convexes vers la muraille. Celle-ci est assez épaisse et flanquée de stéréoplasme par endroits.

La coupe longitudinale comprend deux parties : la partie externe à vésicules correspond aux dissépiments de la coupe longitudinale et une partie centrale où les planchers sont grossièrement parallèles et convexes.

Extension verticale. — *Disphyllum Goldfussi*, souvent décrit par les auteurs sous le nom de *Cyathophyllum caespitosum* est connu dans le Givétien et Frasnien du Nord de la France, de

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

l'Allemagne, du Boulonnais et du Devon anglais. C'est sans doute cette espèce que Dollfus a citée dans la faune de la Ville-Dé sous le nom de *Disphyllum caespitosum*.

Gisement. — Carrière de la Marbrière.

Grypophyllum gracile Wedekind.

Pl. VII, fig. 6 et 7.

1925. *Grypophyllum gracile* Wedekind. Das Mitteldevon der Eifel, Teil. 2, p. 20 et 21, pl. 5, fig. 28 et 29.

Caractères extérieurs. — Polypier simple, cylindrique, allongé Le fragment étudié mesure 4,5 cm. de longueur et 11 mm. de diamètre. La muraille est encroûtée par un Stromatoporoïde.

Caractères internes. — a) *Coupe transversale.* — La muraille est flanquée intérieurement d'un dépôt stéréoplasmique de 0,5 à 1 mm. d'épaisseur. Les septa de 1er ordre au nombre de vingt-trois atteignent le centre du polypier. *Il n'y a pas de septa de 2e ordre* : ce caractère est distinctif de l'espèce.

Les lamelles dissépimentales de forme irrégulière à la périphérie, sont, dans la zone centrale, régulièrement concaves, la concavité étant tournée vers le centre.

b) *Coupe longitudinale.* — La zone périphérique est formée de plusieurs couches de grandes vésicules semi-sphériques et la zone centrale par des planchers parallèles très peu incurvés.

Rapports et différences. — *Cyathophyllum isactis* Frech (pl. 2, fig. 13, 15, 16 et 17) doit être rapporté à *Grypophyllum gracile* Wedekind. Toutefois il convient de signaler l'absence de lamelles dissépimentales au centre de ces polypiers figurés par Frech alors qu'elles sont bien développées chez *Grypophyllum gracile*.

Grypophyllum regressum Wedekind a, outre des vésicules dissépimentales plus nombreuses, notamment dans la zone périphérique, des septa de 2e ordre distincts dans la zone centrale et qui peuvent parfois atteindre la muraille externe.

Extension verticale. — Les exemplaires de Frech proviennent de Sötenich et Schladelthal près de Bergisch-Gladbach et ont été recueillis dans la partie supérieure des couches à *Stringocephalus Burtini* et ceux de Wedekind dans le Givétien de Hand près de Bergisch-Gladbach.

Gisement. — Carrière de la Marbrière (Collection de la Faculté de Poitiers).

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

Grypophyllum sp. Wedekind.

Pl. VII, fig. 10.

1922. *Cyathophyllum vermiculare* Paeckelmann in Wedekind 1925.
1925. *Grypophyllum sp.* Wedekind. Das Mitteldevon der Eifel, Teil. 2, p. 66, pl. 17, fig. 105.

Caractères externes. — Polypiers de forme cylindrique, allongée ; quelques spécimens complets sont peu longs et ne dépassent pas 4 cm. D'autres sont incomplets ; un fragment mesure 7 cm. de long et a une section ellipsoïde de 12 à 16 mm. de diamètre. Ils sont souvent encroûtés par des stromatoporoïdes.

Caractères internes. — La coupe transversale présente 25 septa principaux pour les dimensions données ci-dessus. Ces septa atteignent le centre du Polypier. La muraille est épaissie par un dépôt stéréoplasmique qui peut atteindre un millimètre d'épaisseur. Les septa majeurs, peu épais, vont en s'amincissant vers le centre. Les septa ne se distinguent pas bien du stéréoplasme qui ne les entoure que dans la partie centrale ; là, ils forment une ligne noire au milieu du stéréoplasme de teinte claire.

Les septa secondaires apparaissent souvent mal car ils concourent à la formation des vésicules dissépimentales. Au point de vue de ces vésicules, on peut distinguer 2 zones dans la coupe transversale :

a) *Une zone périphérique* qui occupe les 2/3 du diamètre et où les vésicules sont irrégulières et particulièrement denses près de la muraille. Elles deviennent rares vers la région centrale.

b) *Une zone centrale* où les vésicules sont à nouveau nombreuses mais très régulièrement concaves vers le centre.

Rapports et différences. — *Cyathophyllum vermiculare* Goldfuss décrit et figuré par Frech (1886, p. 62, pl. 2, fig. 2) est une espèce très voisine de celle ci-dessus décrite. La seule différence consiste dans la disposition des dissépiments. Chez *C. vermiculare*, les vésicules dissépimentales n'existent pas au centre et celles de la zone périphérique sont plus régulières que chez *Grypophyllum sp.*

Grypophyllum normale Wedekind est une espèce qui diffère de *Grypophyllum sp.* 1°) Par sa plus grande taille. 2°) Les septa majeurs sont moins nombreux ; les septa mineurs sont distincts (mais ceci ne serait pas d'après Frech et Paeckelmann un caractère spécifique différentiel) et limités à la zone périphérique.

Nos spécimens sont identiques à *Grypophyllum sp.*

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

Extension verticale. — Les spécimens rapportés par Paeckelmann à *Cyathophyllum vermiculare* et par Wedekind à *Grypophyllum sp.* proviennent du Schwelmer-Kalk, c'est-à-dire du Givétien supérieur. *Grypophyllum sp.* n'est qu'une variété de *Cyathophyllum vermiculare* qui a été recueillie par Frech dans les calcaires à *Stringocephalus Burtini* et par Paeckelmann dans les Massenkalk (Givétien supérieur).

Gisement. — Carrière de la Marbrière où cette espèce paraît abondante.

Je rapporte à la même espèce un autre exemplaire de même forme de 6 cm. de long ; la section mesure 1,5 à 6 mm. de diamètre. Le polypier a été déformé et est, comme le précédent, entouré par le même Stromatoporoïde.

On compte 26 septa principaux. La structure est la même que chez ceux qui viennent d'être décrits ; toutefois les vésicules dissépimentales paraissent plus irrégulièrement réparties, mais ceci peut être dû à la déformation du polypier. Les septa de 2e ordre apparaissent en certains points de la section. Malgré ceci, il ne peut être confondu avec *Grypophyllum normale* qui, pour une taille identique, aurait un nombre moitié moindre de septa majeurs. Cet exemplaire appartient à la collection du Musée de Niort et y figure sous le n° P. 188. Il porte la mention : Favosites.

Il a été récolté à la carrière de la Marbrière.

Thamnophyllum Murchisoni Penecke.

Pl. VII, fig. 3, 4, 5, 11 et 12 ; Pl. VIII, fig. 7.

1896. *Thamnophyllum Murchisoni* Penecke. Das Grazer Devon, p. 595, pl. 7, fig. 15 et 17.
1934. *Thamnophyllum Murchisoni* Le Maitre. Faune des Calcaires dévoniens du Bassin d'Ancenis, p. 148, p. 5, fig. 3 et 4.

Caractères extérieurs. — Polypiers tantôt libres et isolés tantôt engagés dans la roche où ils forment des amas tant ils sont nombreux. J'ai pu examiner de très nombreux fragments et y prélever toute une série de lames minces. Des individus isolés montrent des points de division en deux ou trois branches. La muraille est rarement conservée et alors la surface est ornée de côtes parallèles longitudinales. Le diamètre varie de 5 à 8 mm. et ne dépasse pas un centimètre.

Caractères internes. — a) *Coupe transversale.*

1° Il existe un anneau périphérique de stéréoplasme ; cet anneau peut avoir 1,5 mm. d'épaisseur.

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

2° Les septa majeurs au nombre de 20 à 22 pour un diamètre de 8 mm. sont très peu flexueux et atteignent pour la plupart le centre du Polypier. Ils alternent avec des septa mineurs de même nombre mais ceux-ci notablement plus courts, n'atteignent jamais le centre et dépassent de peu la zone stéréoplasmique.

3° *Il n'y a jamais de dissépiments entre les septa.* Septa et intersepta sont visibles à la loupe dans le stéréoplasme, quand la structure est bien conservée. A leur naissance, près de la muraille, on peut voir chez quelques spécimens une couche de vésicules de forme à peu près losangique.

b) *Coupe longitudinale.* — De la zone stéréoplasmique externe partent des planchers parallèles et plus ou moins réguliers. Ils se divisent parfois et s'incurvent aussi comme on peut le voir sur la figuration (Pl. VII, fig. 12). Sur d'autres, ils sont aplatis. La densité moyenne des planchers est de 10 au cm. Toutefois, chez un spécimen de 6 mm. de diamètre maximum, j'en ai compté 14 pour la même longueur.

Rapports et différences. — Les échantillons du calcaire givétien de Vendée ont une structure identique à ceux qui proviennent des calcaires dévoniens du Bassin d'Ancenis (calcaire de Montjean : carrière de Chateaupanne) et que j'ai rapportés à *Thamnophyllum Murchisoni* Penecke. Je dois cependant noter que chez les types décrits par l'auteur :

1) L'anneau stéréoplasmique est plus épais ; pour des spécimens de même taille, le rapport est de 5 à 3.

2) Les septa mineurs sont entièrement noyés dans la zone stéréoplasmique et ne la débordent pas d'après la figuration de Penecke. Mais ceci tient sans doute au plus grand développement du stéréoplasme. Ces différences sont d'ordre secondaire, aussi je n'ai pas cru devoir les en différencier même à titre de variété.

Je dois aussi mentionner que, dans le matériel de Vendée, un spécimen engagé dans la roche est composé (Pl. VIII, fig. 7). Les caractères étant les mêmes que ceux de formes simples, je ne peux les séparer. La question est ouverte de savoir si *Thamnophyllum Murchisoni* décrit comme forme simple ne serait pas un de ces polypiers susceptibles d'être représentés par des formes à la fois simples et composées.

Extension verticale. — D'après une note récente de M. Heritsch (1935, p. 188), *Thamnophyllum Murchisoni* Penecke apparaît en Autriche, dans la partie supérieure des calcaires à *Heliolites Barrandei*, lesquels d'après M. Heritsch, sont à placer dans l'Eifélien le plus inférieur (Zone à *Spirifer cultrijugatus* des

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

Ardennes). Je l'ai signalé au même niveau dans le Bassin d'Ancenis où elle est très rare (2 spécimens trouvés). Les Calcaires de Vendée appartenant au Givétien, l'extension verticale de cette espèce apparaît comme étant plus grande qu'on ne l'avait pensé jusqu'à présent.

Gisements. — De nombreux spécimens proviennent de la carrière de la Marbrière, d'autres du Cimetière-aux-Chiens.

Favosites inosculans Nicholson.

Pl. VIII, fig. 1, 2 et 3.

1881. *Favosites inosculans* Nicholson. On some new or imperfectly known species of corals from Devonian Rocks of France, p. 20, pl. 5, fig. 4 et 4 a.
1931. *Favosites inosculans* Le Maitre. Les Polypiers dévoniens du Bassin d'Ancenis, p. 376, pl. 23, fig. 1 à 4.
1934. *Favosites inosculans* Le Maitre. Faune des calcaires dévoniens du Bassin d'Ancenis, p. 169, pl. 8, fig. 4 à 6.

Aspect extérieur. — Colonies de formes irrégulières; quelques-unes sont noduleuses et plus ou moins arrondies; d'autres en nodules allongés et ramifiés peuvent atteindre de grandes dimensions; enfin de petites colonies sont complètement engagées dans la roche.

Voici les dimensions de quelques colonies :

Long. 5	centimètres,	larg. 3	cent.,	épaisseur moyenne 2,5	cent.
— 6,5	—	— 4	—	—	— 2,5	—
— 6,5	—	— 2	—	—	— 2,3	—

(Ces dernières mesures appartiennent à une branche d'un fragment de colonie rameuse bifurquée).

Il ne semble pas y avoir d'épithèque. L'ouverture des calices est polygonale.

Coupe transversale. — Les sections des calices sont polygonales et un peu variables comme dimensions mais leur diamètre moyen est de 0,5 mm. La muraille est mince et se détache en une ligne sombre encadrée de part et d'autre par du stéréoplasme. Il y a d'assez fréquentes communications entre deux ou trois calices voisins, grâce à une discontinuité des murailles.

Coupe longitudinale. — Les murailles des Polypiers s'épaississent beaucoup vers la périphérie mais la lumière du tube est toujours de 0,5 mm., rarement plus. Les planchers sont très bien développés, en certains points assez rares, ils sont bien parallèles et peu incurvés. On en compte alors 6 à 7 en moyenne

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

par 2 mm. Mais le plus souvent ils sont incomplets et s'enchevêtrent ; on a alors l'impression que ce sont des épines. Ces caractères sont visibles sur les figures représentées (pl. VIII, fig. 1, 2 et 3).

Les pores sont mis en évidence par les interruptions de la muraille ; en un point d'une lame mince (pl. VIII, fig. 2) où la muraille est très épaissie, ils sont arrondis et disposés en une rangée verticale ; 6 occupent une espace de 2,5 mm. Les épines cloisonnées sont extrêmement rares ; je n'en ai vu que sur une seule lame mince (pl. VIII, fig. 3) et n'en ai distingué que 2.

Rapports et différences. — Pour les rapports et différences de cette espèce avec des espèces voisines, telles que *Favosites intricatus*, je renvoie à l'étude que j'ai faite précédemment (*op. cit.*, 1934, p. 170). *Caliapora Battersbyi* étant caractérisé d'après les auteurs par l'abondance des épines et la rareté des planchers, ne peut-être confondu avec notre espèce.

Extension verticale. — Cette espèce est connue dans l'Eifélien inférieur du Bassin d'Ancenis. Dans les calcaires givétiens de Vendée elle est aussi abondante.

Gisement. — Carrière de la Marbrière.

Genre *Pachypora* Blumenbach.

Pl. VIII, fig. 6.

Le genre *Pachypora* est représenté dans les calcaires de Vendée. Je n'ai pas trouvé de colonies libres ; les spécimens étudiés sont engagés dans la roche, et leur présence est révélée par l'étude des lames minces. Ils sont souvent entourés par des colonies de Stromatopores.

Les spécimens sont recristalisés ; néanmoins une coupe longitudinale est suffisamment nette pour en lire les caractères.

La lumière des polypiérites est un peu supérieure à 0,5 mm. de diamètre, mais n'atteint jamais 1 mm. Les parois des polypiérites sont très épaissies surtout au voisinage de l'ouverture des calices à la surface. Ceux-ci partent du centre et se dirigent vers la périphérie en se recourbant. Les pores arrondis et grands paraissent nombreux.

Rapports et différences. — Les spécimens de Vendée diffèrent de *Pachypora cristata* Blumenbach, tel qu'il est représenté par les divers auteurs, par la plus petite taille des polipiérites ; les planchers sont aussi moins nombreux ; en revanche, il paraît y avoir plus de pores. Les coupes étudiées appartenant à de petites

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

colonies, il se peut que ces différences disparaissent chez des adultes. Le matériel dont je dispose est trop insuffisant pour pouvoir en faire une étude plus approfondie ; je tiens simplement à signaler ce genre et à figurer l'exemplaire le mieux conservé.

Gisements. — Calcaire de Périgny (échantillon figuré). Calcaire de la Marbrière.

II. — STROMATOPOROIDES

Actinostroma clathratum Nicholson.

Pl. IX, fig. 1.

1886-1892. *Actinostroma clathratum* Nicholson. A monograph of the British Stromatoporoïds, p. 13, pl. 1, fig. 8-13 ; pl. 12, fig. 1-5.

1916. *Actinostroma clathratum* Dehorne. Stromatopores du Givétien. *B.S.G.F.* (4), t. 16, p. 184, pl. 4, fig. 1-4.

1930. *Actinostroma clathratum* Yavorsky. Actinostromidae from the Devonian of the borders of the Kuznetsz Basin and of the Urals, p. 83, pl. 1, fig. 1-10.

1934. *Actinostroma clathratum* Le Maitre. Faune des Calcaires dévoniens du Bassin d'Ancenis, p. 184, pl. 11, fig. 7.

Plusieurs colonies présentent les caractères de cette espèce définie par Nicholson. L'une d'elles ayant englobé dans sa masse un polypier simple, prend la forme de ce polypier et mesure 11 cm. de long et 3 à 4 cm. d'épaisseur. La surface extérieure usée montre en plusieurs points la structure interne. Cette surface est couverte de très petits mamelons. La colonie n'étant pas complète, la face inférieure manque. Un autre spécimen a la forme d'un nodule de 3,5 cm. de longueur, 2 cm. de largeur et autant d'épaisseur.

La coupe longitudinale montre des piliers épais dont la densité varie de 4 à 5 par mm. Ils sont irréguliers comme longueur et comme répartition. A la naissance de la colonie, ils sont plus denses ainsi qu'on pourra le constater sur la lame mince figurée (pl. IX, fig. 1). Nicholson a noté cette irrégularité fréquente (*op. cit.*, p. 133). Je n'ai pas observé d'astrorhizes dans les coupes tangentielles.

Extension verticale. — Cette espèce est connue dans le Dévonien moyen (Angleterre, Allemagne, Oural) et supérieur. Elle existe dans le Givétien du Nord de la France et a été trouvée dans l'Eifélien supérieur du Bassin d'Ancenis.

Gisement. — Carrière de la Marbrière.

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

Actinostroma stellulatum Nicholson.

Pl. IX, fig. 2.

1889-1892. *Actinostroma stellulatum* Nicholson. British Stromatoporoïds, p. 140, pl. 14, fig. 1 à 8, pl. 15.
1930. *Actinostroma stellulatum* Yavorsky. Actinostromidae from the Devonian of the Kuznetsz Basin and Urals, p. 90, pl. 2. fig. 6 à 8.

La colonie est engagée dans la roche qui masque les caractères extérieurs. Un fragment mesure 2 cm. 5 de long et 1,8 cm. d'épaisseur. La structure est imparfaitement conservée. Les planchers sont peu ondulés ; on en compte une moyenne de 6 par millimètre. Les piliers légèrement plus épais ont la même densité que les planchers. Les latilaminae ne sont pas apparentes sur la coupe examinée.

La structure hexactinellidée est visible en certains points ; je n'y ai pas observé d'astrorhize. Par sa structure, l'exemplaire de Vendée doit entrer dans le premier groupe d'*Actinostroma stellulatum* tel qu'il a été défini par Nicholson.

Extension verticale. — *Actinostroma stellulatum* est une espèce connue dans le Dévonien moyen d'Allemagne et d'Angleterre. D'après Paeckelmann (1922, p. 68), elle aurait été trouvée en Sauerland dans l'Eifélien, le Givétien et le Frasnien. Mlle Dehorne l'a signalée dans le Givétien du Nord de la France. Elle monte dans le Dévonien supérieur ; j'en ai trouvé une variété dans la zone d'Etrœungt.

Gisement. — Carrière de la Marbrière.

Actinostroma cf. *bifarium* Nicholson.

Pl. IX, fig. 3.

1886-1892. *Actinostroma bifarium* Nicholson. British Stromatoporoïds, p. 136 ; pl. 13, fig. 3 à 7.

La colonie étant engagée dans la roche, je ne puis en donner les caractères extérieurs.

Caractères internes. — a) *Coupe longitudinale.* — Les latilaminae sont marquées par des différences de densité et d'épaisseur des planchers et piliers. Elles sont elles-mêmes d'épaisseurs différentes : la lame mince figurée en partie (pl. IX, fig. 3) en a 4 mesurant 1,5 — 2 — 4,5 — 6 mm. d'épaisseur.

Les piliers sont de deux sortes : les uns légèrement plus épais et mieux accusés, sont irrégulièrement répartis ; ils sont aussi de

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

longueur variable. Les autres, intercalés entre les premiers, sont beaucoup plus nombreux. On en compte environ 5 à 6 par millimètre dans les points où la structure est bien conservée. Les planchers, moins épais que les piliers sont légèrement ondulés et plus denses que ceux-ci : 7 à 8 par millimètre.

b) *Coupe tangentielle.* — Je n'ai pas observé d'astrorhize.

Rapports et différences. — Notre spécimen diffère d'*Actinostroma bifarium* type par la grande irrégularité des piliers principaux, irrégularité de forme, de longueur, de distribution. Les planchers sont aussi plus denses dans les spécimens de Vendée. N'ayant pas les caractères extérieurs de la colonie ci-dessus décrite, je ne peux la différencier comme variété de l'espèce de Nicholson. Elle diffère d'*Actinostroma irregulare* Nicholson (p. 133, pl. I, fig. 13-14) par la plus grande densité des éléments squelettiques.

Extension verticale. — Cette espèce de Nicholson est connue dans le Dévonien moyen.

Gisement. — Carrière de la Marbrière.

Cf. ***Stromatopora concentrica*** Goldfuss.

Pl. X, fig. 5.

1886-1902. *Stromatopora concentrica* Nicholson. British stromatoporoïds, p. 164, pl. 4, fig. 5 ; pl. 20, fig. 16 : pl. 9, fig. 15 à 18 ; pl. 21, fig. 13 ; pl. 24, fig. 9-10.

1889. *Stromatopora concentrica* Wentgal. Uber fossile Hydrocorallinen « Lotos » N. F. Bd 9, taf. 2, fig. 4-5 ; taf. 3, fig. 1-2.

1930. *Stromatopora concentrica* Patrini. Stromatoporidi devoniani di Scofliera del Gerolstein. *Rivista italiana*, 36, fasc. 1 et 2, p. 13, taf. 1, fig. 1 à 7 ; taf. 2, fig. 1.

1931. *Stromatopora concentrica* Yavorsky. Some devonian Stromatoporoïds from the Outskirts of the Kuznetsz basin, the Ural and other localities ; fasc. 94, p. 1409, pl. 4, fig. 1.

1934. *Stromatopora concentrica* Le Maitre. Faune des calcaires dévoniens du Bassin d'Ancenis, p. 197, pl. 13, fig. 6-7.

Je rapporte à cette espèce une colonie noduleuse mesurant 4,5 cm. de longueur, 3 de largeur et 2,5 de hauteur. La surface de base, concave, est dépourvue d'épithèque. La surface supérieure grossièrement granuleuse montre de nombreuses astrorhizes dont le centre est porté sur une très légère proéminence. La structure interne est formée d'un tissu réticulé dans lequel les piliers se distinguent aisément ; on en compte 3 par millimètre, les latilaminae ont de 4 à 5 mm. de largeur.

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

Je rapporte avec quelque doute ce spécimen à *Stromatopora concentrica* chez lequel il y a une épithèque basale et des latilaminae moins épaisses que chez les spécimens de Vendée. D'après Nicholson, la forme générale de la colonie et l'ornementation de la surface externe seraient d'ailleurs variables.

Extension verticale. — Cette espèce est connue dans l'Eifélien du Bassin d'Ancenis (Eifélien inférieur) et de l'Oural. Elle a été signalée dans le *Corniferous limestone* du Canada et est commune dans le Dévonien moyen de l'Angleterre et de l'Eifel.

Gisement. — Carrière de la Marbrière.

Stromatopora Beuthii? Nicholson.

Je rapporte avec quelque doute à cette espèce une colonie dont la présence a été révélée par une lame mince prélevée dans un fragment de roche provenant du calcaire de Périgny. La structure est mal conservée, mais le tissu est moins dense que chez *Stromatopora bucheliensis*. Toute la colonie est traversée par de nombreux tubes de *Caunopora* dont le diamètre supérieur à 0,5 mm. peut atteindre 1 millimètre. Il est très difficile, ainsi que l'a signalé Nicholson, de distinguer *Stromatopora Beuthii* de *Stromatopora Hupschii*, quand il y a des tubes de *Caunopora*, car les caractères différentiels de ces deux espèces sont alors presque impossible à distinguer. Le spécimen ci-dessus appartient, sans aucun doute, à l'une ou à l'autre de ces deux dernières espèces et de plus l'état de conservation imparfait ne permet pas de préciser davantage.

Stromatopora bucheliensis Bargatzky.

Pl. IX, fig. 4 et 5.

1881. *Caunopora bucheliensis* Bargatzky. Die Stromatoporen des rheinischen Devons, p. 62.
1886-1892. *Stromatopora bucheliensis* Nicholson. British Stromatoporoïds, p. 186, pl. 10, fig. 5 à 7; pl. 23, fig. 4 à 7.
1934. *Stromatopora bucheliensis* Le Maitre. Faune des Calcaires dévoniens du Bassin d'Ancenis, p. 196, pl. 14, fig. 4-5.

Les colonies sont engagées dans la roche. En dépit de l'état de conservation qui n'est pas parfait, on peut apercevoir à la loupe la structure granuleuse du tissu squelettique. Les piliers sont distincts et au nombre de 7 par 2 mm. de largeur transversale. Toutes les colonies sont lardées de tubes de *Caunopora* de dia-

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

mètre inférieur à 0,5 mm. Ils sont munis de planchers. Les astrorhizes son mal définies.

Extension verticale. — Cette espèce est abondante dans le Dévonien moyen de l'Angleterre. J'ai signalé son existence dans les Calcaires du Bassin d'Ancenis (Eifélien inférieur). En Allemagne, elle a été trouvée dans le Givétien (Schwelmerkalk, Sötenich; Massenkalk, Paffrath). Elle est moins abondante à Büchel et dans l'Eifel.

Gisement. — Carrière de la Marbrière.

Stromatoporella eifeliensis Nicholson.

1886-1892. *Stromatoporella eifeliensis* Nicholson. British Stromatoporoïds, p. 208, pl. 4, fig. 2; pl. 7, fig. 3; pl. 11, fig. 1-2; pl. 27, fig. 1 et 3.
1908. *Stromatoporella eifeliensis* Cowper Reed. The devonian faunas of Northern Shan States, p. 34, pl. 4, fig. 18.
1933. *Stromatoporella eifeliensis* Le Maitre. Stromatoporoïdes de l'assise d'Etrœungt, p. 21, pl. 6, fig. 1 à 3.

Je rapporte à cette espèce des colonies encroûtant des polypiers simples et aussi d'autres Stromatoporoïdes. C'est ainsi qu'un spécimen de cette espèce entoure plusieurs rameaux de *Stachyodes verticillata* (pl. X, fig. 3). Autour des polypiers simples, il forme un anneau dont l'épaisseur varie de 0,5 à 2,5 mm. La coupe longitudinale montre des planchers et piliers épais et, au point de vue structure, pourrait aussi bien être attribuée à *Stromatoporella curiosa*. Toutefois l'absence de mamelons à la périphérie doit le faire rapporter à *Stromatoporella eifeliensis*. La colonie entourant *Stachyodes verticillata* est particulièrement bien conservée. Les lamelles et piliers épais sont au nombre de 5 par 2 mm. On voit bien à la loupe un fin canal se détachant en blanc au centre des lamelles, tel que le représente la figure de Nicholson, pl. 27, fig. 3 (pl. X, fig. 3).

Extension verticale. — Cette espèce a été signalée dans l'Eifélien (couches de Padaupkin) par Cowper Reed. Elle est commune dans les formations du Dévonien moyen de l'Eifel, à Gérolstein. Elle monte dans la zone d'Etrœungt.

Gisement. — Carrière de la Marbrière.

Stromatoporella curiosa Bargatzky.

1886-1892. *Stromatoporella curiosa* Nicholson. British Stromatoporoids, p. 213, pl. 28, fig. 1 à 3.
1908. *Stromatoporella curiosa* Cowper Reed. Devonian faunas of the Northern Shan States, p. 33, pl. 5, fig. 1.

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

Stromatopore encroûtant des polypiers simples et formant autour d'eux un manchon de 1 à 6 mm. d'épaisseur. La surface externe est couverte de mamelons altérés sur nos spécimens. Toutefois, on distingue encore à l'œil nu plusieurs astrorhizes dont le centre se trouve au sommet de ces mamelons. Elles sont formées de nombreux tubes ramifiés.

La structure interne, pas toujours très bien conservée, est formée d'un tissu imparfaitement réticulé. Les planchers horizontaux et concentriques sont épais et se distinguent aisément. Je dois aussi noter la présence de tubes zooïdaux.

Pour la diagnose complète, les rapports et différences avec les espèces voisines, telles que *Stromatoporella eifeliensis* et *Stromatoporella solitaria*, je renvoie aux divers auteurs, notamment à Nicholson.

Extension verticale. — Cette espèce est connue dans les calcaires du Dévonien moyen de l'Eifel. Paeckelmann la cite dans le Schwelmer Kalk de Paffrath (c'est-à-dire dans le Givétien). En Angleterre, il a été trouvé dans le Dévonien moyen et Cowper Reed figure un spécimen de Padaupkin (Dévonien moyen).

Gisement. — Carrière de la Marbrière.

Parallelopora capitata Goldfuss.

1886-1892. *Parallelopora capitata* Nicholson. British Stromatoporoids, p. 197, pl. 25, fig. 10 à 13.

Dans le matériel de Vendée, plusieurs polypiers simples, *Grypophyllum sp.*, *Thamnophyllum Murchisoni*, etc... sont encroûtés par des Stromatopores que je rapporte à *Parallelopora capitata*. Il y forme un manchon de 1,5 à 4 mm. d'épaisseur. La surface extérieure, imparfaitement conservée semble granuleuse. On y voit, en certains points, des branches astrorhizales. La structure est formée de piliers très épais, recoupés par des lamelles horizontales aussi épaisses que les piliers. Ceux-ci sont recoupés par des vésicules sphériques de 0,5 mm. de diamètre ou davantage; elles sont nombreuses au voisinage de la surface et présentent le même aspect que celles représentées par Nicholson (*op. cit.*, p. 198, fig. 27) et désignée par lui sous le nom d'*ampullae*. On aperçoit, dans quelques-unes, de fines lamelles calcaires qui les divisent en loges.

Pour les rapports et différences de cette espèce avec les espèces voisines, je renvoie à Nicholson.

Extension verticale. — Cette espèce est commune dans le Dévo-

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

nien moyen d'Allemagne (District de Paffrath), où elle est associée à *Parallelopora Goldfussi*. Paeckelmann la signale dans les Schwelmer Kalk (Calcaires à *Stringocephalus Burtini*). Enfin, elle existe, mais plus rare, dans le Dévonien d'Angleterre (South Devon) et dans le Givétien du Nord de la France.

Gisement. — Carrière de la Marbrière et affleurements de Périgny.

Stachyodes verticillata Mac Coy.

Pl. X, fig. 3.

1851. *Stachyodes verticillata* Mac Coy. British Palaeozoic Fossils, p. 66.
1881. *Stachyodes ramosa* Bargatzky. *Zeitschrift der deutsch Geol Gesellschaft*, p. 168.
1886-1892. *Stachyodes verticillata* Nicholson. British Stromatoporoids, p. 221, pl. 8, fig. 9 à 14; pl. 11, fig. 5; pl. 29, fig. 1-2.

Stachyodes verticillata est représenté dans les Marbres de la Ville-Dé par un fragment de colonie rameuse trifurquée; les intervalles entre les trois branches sont remplis par un Stromatopore : *Stromatoporella eifeliensis* qui les entoure également.

Ces cylindres mesurent 7, 7,5, 8,5 mm. de diamètre. Le tube central mesure environ 6,5 mm. de diamètre; les tubes latéraux sont encore plus petits. Le tissu réticulé ne permet pas de distinguer des planchers et des piliers. Examiné à la loupe et mieux, au microscope, on voit que ce squelette est formé de tubes délicats, très fins, accolés et anastomosés. Cette structure est caractéristique du genre. Pour une diagnose plus complète, les rapports et différences de *Stachyodes verticillata* avec les espèces voisines, il suffit de se reporter à Nicholson.

Extension verticale. — Cette espèce est connue dans le Dévonien moyen d'Angleterre, en Allemagne dans l'Eifélien et le Givétien.

Gisement. — Carrière de la Marbrière.

Amphipora ramosa Phillips.

Pl. IX, fig. 6.

1881. *Caunopora ramosa* Phillips. Palaeozoic fossils of Cornwall, p. 19, pl. 8, fig. 22.
1882. *Amphipora ramosa* Schulz. Die Eifelkalkmulde von Hillesheim, p. 90, pl. 22, fig. 5 et 6; pl. 23, fig. 1.
1886-1892. *Amphipora ramosa* Nicholson. British stromatoporoids, p. 109 et 223, pl. 9, fig. 1 à 4; pl. 29, fig. 3 à 7.
1934. *Amphipora ramosa* Le Maitre. Calcaires dévoniens du Bassin d'Ancenis, p. 202, pl. 17, fig. 2 à 4.

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

Cette espèce est très commune dans les Marbres de la Ville-Dé. Ce sont de petits cylindres qui se divisent dichotomiquement. Ils ont un diamètre qui varie de 1,5 à 5 mm. au maximum. Le tissu souvent imparfaitement conservé est dense et peu épais. Les vésicules périphériques, quand elles sont visibles, sont petites ; le tube central est aussi petit.

Si l'on compare la figuration donnée à celle de *Amphipora ramosa* provenant de calcaires du Bassin d'Ancenis, on pourra constater que :

a) Le calice moyen des spécimens de Vendée est plus petit ;

b) qu'il n'existe pas de spécimens à grandes vésicules marginales, à tissu dense et épais. J'ai déjà noté ces différences que j'avais rencontrées en comparant le matériel du Bassin d'Ancenis à celui du Givétien décrit par Nicholson et conservé au Musée Royal d'Histoire naturelle de Londres. Il y aura sans doute lieu de distinguer plusieurs espèces.

Extension verticale. — *Amphipora ramosa* existe dans tout le Dévonien moyen et n'est pas cantonné au Givétien comme on l'avait cru précédemment. Je rappelle ici que le genre *Amphipora* est connu dans le Silurien et qu'on l'a trouvé, il y a quelques années, dans le Permien du Japon.

Gisements. — Cette espèce est abondante dans les calcaires de la Ville-Dé. Carrières de la Marbrière et du *Bois-Carré*. Des blocs font partie des collections de la Faculté de Poitiers et portent la mention : Ville-Dé. Ils ont sans doute été prélevés dans la carrière de la Marbrière.

Idiostroma Roemeri Nicholson.

Pl. X, fig. 1, 2 et 4.

1886-1892. *Idiostroma Roemeri* Nicholson. British stromatoporoids, p. 100, pl. 9, fig. 6 à 10.

De nombreux fragments de cette espèce se trouvent dans la collection du Musée de Poitiers et proviennent de la carrière de la Marbrière. Ce sont des masses cylindriques dont le diamètre varie de 1,25 à 2,1 cm. et les fragments mesurent 2 à 3 cm. L'un d'eux porte la naissance d'une ramification. La surface, vue à la loupe, est finement vermiculée et porte, en outre, de petites ouvertures arrondies (sommets de mamelons) d'où partent des tubes très fins, ramifiés et peu longs. Ceci a l'aspect d'un système astrorhizal. Ces fines ouvertures sont distantes de 5 à 6 mm. et sont difficilement visibles à l'œil nu.

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

Coupe longitudinale. — Le centre du cylindre est occupé par un tube de plusieurs millimètres de diamètre et qui diminue de calibre vers l'extrémité distale des cylindres et de leurs ramifications. De ce tube central partent des tubes latéraux de calibre irrégulier et moindre que celui du premier ; à leur naissance, ils forment presque un angle droit avec le tube central. Le tissu squelettique du type de celui du genre *Stromatopora* montre toutefois des planchers et piliers distincts. Aux extrémités distales des colonies, ils forment des zones concentriques, très convexes, la convexité étant dirigée vers les extrémités.

Coupe tangentielle. — Le tube central et les tubes latéraux sont visibles. Ils sont chez nos spécimens remplis de calcite, aussi les fines lamelles calcaires qui s'y trouvent habituellement ont-elles été détruites. A la périphérie où la structure est bien conservée, les planchers concentriques sont environ de 6 par 2 mm. Les piliers sont plus irréguliers.

Rapports et différences. — Pour les rapports et différences avec *Idiostroma oculatum*, voir Nicholson.

Extension verticale. — Cette espèce a été trouvée dans le Dévonien moyen d'Angleterre et d'Allemagne. Elle est particulièrement rare dans le Schwelmer kalk.

Gisement. — Carrière de la Marbrière.

Conclusions.

Cette étude très incomplète apporte une première contribution à la connaissance de la faune des marbres de la Ville-Dé. Le matériel mis à ma disposition ne contient qu'une partie de la faune de ces calcaires construits. Les récoltes ont été faites autrefois en partie au hasard de l'exploitation et à la surface des bancs découverts ainsi qu'en témoignent de nombreux fragments. Actuellement les carrières étant abandonnées, M. Mathieu n'a pu prélever des échantillons que dans des déblais. Les circonstances n'ayant pas permis une récolte systématique, bien des formes, probablement représentées dans ces Calcaires, ont échappé à la recherche. Néanmoins, j'ai pu déterminer 10 espèces de Polypiers et 12 espèces de Stromatopores dont voici la liste :

A) Polypiers.

Cyathophyllum (*Ceratophyllum*) *dianthus* Goldfuss.
Cyathophyllum (*Disphyllum*) *virgatum* Hinde.
Cyathophyllum (*Disphyllum*) *Goldfussi* Geinitz.

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

Grypophyllum gracile Wedekind.
Grypophyllum sp. Wedekind.
Thamnophyllum Murchisoni Penecke.
Favosites inosculans Nicholson.
Pachypora.
Alveolites.
Aulopora.

B) Stromatoporoïdes.

Actinostroma clathratum Nicholson.
Actinostroma stellulatum Nicholson.
Actinostroma cf. *bifarium* Nicholson.
Cf. *Stromatopora concentrica* Goldfuss.
Stromatopora Beuthii? Nicholson.
Stromatopora bücheliensis Bargatzky.
Stromatopora eifeliensis Nicholson.
Stromatopora curiosa Bargatzky.
Parallelopora capitata Goldfuss.
Stachyodes verticillata Mac Coy.
Amphipora ramosa Phillips.
Idiostroma Roemeri Nicholson.

L'ensemble de cette faune montre que les marbres de la Ville-Dé appartiennent bien au type de calcaire coralligène où les Polypiers et surtout les Stromatopores ont joué un grand rôle dans la construction.

Les Stromatopores y sont très abondants et s'y trouvent en colonies isolées, encroûtant les Polypiers et se recouvrant les uns les autres. L'extension verticale très grande de la plupart des espèces ne peut apporter aucune précision au point de vue du niveau stratigraphique. Toutefois leur ensemble indique, à coup sûr, le Dévonien moyen.

Quant aux Polypiers, si plusieurs, tel *Cyathophyllum dianthus*, sont connus dans tout le Dévonien moyen, 3 espèces sont cependant nettement localisées et viennent confirmer l'âge givétien indiqué par la découverte, faite par M. Mathieu, de *Stringocephalus Burtini*; ce sont *Grypophyllum gracile*. *Grypophyllum sp.* et *Disphyllum virgatum*. Les deux premiers sont cantonnés dans le Givétien supérieur; *Disphyllum virgatum* (= peut-être *Cyathophyllum caespitosum* de Dollfus) est, d'après les auteurs, soit du Givétien supérieur, soit du Frasnien le plus inférieur, sans que l'on puisse préciser davantage.

Parmi les Polypiers, deux formes sont communes aux calcaires de Chalonnes et de Chaudefonds : *Thamnophyllum Mur-*

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

chisoni (= peut-être *Campophyllum flexuosum* de Dollfus) et *Favosites inosculans*. Ces deux espèces se révèlent donc comme ayant une répartition verticale plus grande que celle qu'on leur accordait précédemment. Bon nombre de Stromatopores se trouvent de part et d'autre.

Néanmoins si l'on compare les deux faunes, il apparaît des différences marquées : les Favosites si nombreux et variés dans les Calcaires du Bassin d'Ancenis apparaissent (toutes réserves faites sur le matériel) comme étant rares en Vendée. Je n'ai pu en décrire qu'une seule espèce. *Favosites alpina*, *Favosites ottiliae*, *Favosites styriaca* qui apparentent les Calcaires de Chalonnes aux faunes des Alpes autrichiennes et aux Calcaires du Dévonien inférieur sont absents à la Ville-Dé.

De gros Polypiers simples, très abondants à Chalonnes et communs aux calcaires de Bohême : *Chlamydophyllum obscurum*, *Cyathophyllum baculoides*, pour n'en citer que quelques-uns, ne se retrouvent pas non plus en Vendée ; il est cependant peu probable que de grosses pièces comme celles-ci eussent échappé aux récoltes, même occasionnelles.

D'autre part, deux espèces de Stromatopores : *Stachyodes verticillata* et *Idiostroma Roemeri* récoltés à la Marbrière n'ont pas été trouvés à Chalonnes.

BIBLIOGRAPHIE

Charlesworth J., 1914. — Das Devon des Ostalpen V. — Die Fauna des devonisches Riffkalkes. III. — Crinoïdes. IV. — Corallen und Stromatoporoïden. *Zeitsch. d. Deutsch. Geol. Gesell.*, Ht 3, Bd 66, p. 330 à 407, pl. 23 *bis* et 34.

Davidson, 1853-53. — British fossil Brachiopoda. T. I, p. 73. *Paleontographical Society*, London.

— 1864-71. — British fossil Brachiopoda, t. V, p. 11 et pl. I, fig. 18-22; pl. II, fig. 1-11.

Dehorne, 1916. — Stromatopores du Givétien de Glageon (Nord). *B. S. G. F.* (4), XVI, p. 180 à 185.

Frech, 1886. — Die Cyathophylliden und Zaphrentiden des deutschen Mitteldevon. *Palaeont. Abh.*, Bd 3, Ht 3, p. 1 à 119, pl. 1 à 8.

Heritsch F., 1935. — Oberstes Unterdevon und unteres Mitteldevon bei Graz. *A. d. Sitz. der Akad. der Wissen.* im Wien. Mathem. Naturw. Klasse. Abt 1, Bd 144, Ht 5 et 6, p. 187 à 197.

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

HILL D., 1935-1936. — Upper devonian corals from Western Australia. *Journ. Royal Soc. Western Australia*, vol. 22, p. 25 à 37, pl. I.

HINDE, 1890. — Notes on the palaeontology of Western Australia. *Geol. Magaz.*, N. S., vol. 7, p. 193 à 204, pl. 8 et 8 a.

LANG D. et SMITH St., 1935. — Cyathophyllum caespitosum Goldfuss, and other devonian corals considered in a revison of that species. *Quart. Journ. Geol. Soc. London*, p. 538 à 590, pl. 35 à 37.

LE MAITRE, 1931. — Contribution à l'étude des Polypiers dévoniens du Bassin d'Ancenis. *B.S.G.F.* (5), p. 573 à 580, pl. 28 et 29.

— 1933. — Description des Stromatoporoïdes de l'Assise d'Etroeungt. *Mém. S. G. F.*, N. S., t. 9, fasc. 1, 31 pages, 7 planches.

— 1934. — Études sur la Faune des Calcaires dévoniens du Bassin d'Ancenis. *Mém. S. G. Norm.*, t. 12, 267 pages, 18 planches.

LUDWIG, 1863. — Palaeolithischen Korallen, p. 133 à 244, pl. 31 et 72.

MAURER, 1885. — Die Fauna der kalke von Waldgirmes bei Giessen, 340 pages, 11 planches.

MILNE-EDWARDS et HAIME, 1853. — A Monograph of the British Fossil Corals. IV. Corals from the Devonian Formation, p. 147 à 244, pl. 31 et 56.

— 1854. — A Monograph of the British Fossil Corals. V. Corals from the Silurian Formation, p. 245 à 299, pl. 57 et 72.

NICHOLSON, 1881. — On some new or imperfectly known species of Corals from Devonian Rocks of France. *Annals and Magaz. of Nat. Hist.*, t. 7, p. 20, pl. I, fig. 4 et 4 a.

— 1886-1892. — A Monograph of the British Stromatoporoïds. *Palaeontolog. Soc.*

PAECKELMANN, 1922. — Der mitteldevonische Massenkalk des Bergischen Landes. *Abh. d. Preuss. Geol. Landes*, N. F., Ht 91, 112 pages, 1 planche.

PATRINI, 1930. — Stromatoporidi devoniani di Scogliera del Gerolstein. *Rivista italiana di Palaeontologia*, anno 37, fasc. 1 et 2, p. 11 à 22, pl. 1 et 2.

PENECKE, 1894. — Grazer Devon. *Jahrbuch d. K. Geol. Reichs*, Bd 43, Ht 3 et 4, p. 567 à 616, pl. 7 à 12.

REED COWPER, 1908. — The Devonian Faunas of the Northern Shan States. *Memoirs Geol. Surv. of India*, N. S., II, n° 5, p. 1 à 183 pl. 1 à 20.

— 1922. — Devonian Fossils from Chitral and the Pamirs. *Memoirs Geol. Surv. of India*, N. S., VI, n° 2, p. 1 à 134, pl. 1 à 16.

SCHLÜTER, 1881. — Ueber einige Anthozoen des Devon. *Zeitschr. d. Deutsch. Gesells.* Jahrbuch, p. 75 à 108, pl. 6 à 13.

— 1889. — Anthozoen des rheinischen Mitteldevon. Abh. 3. *Geol. Specialk. v. Preuss. u. d. Thüringen staaten*, Bd 8, Ht 4, 207 pages, 16 planches.

TORLEY, 1908. — Die Fauna des Schleddenhofes bei Iserlohn. *Abh. d. kön. Preuss. Geol. Landes*, N. F., Ht 53, p. 1 à 56, 10 planches.

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

WEDEKIND, 1925. — Das Mitteldevon der Eifel *Gesells. z. Beford. ges. Naturw.*, Marburg, Bd 14, Teil 2, Hf 4.

YAVORSKY, 1930. — Actinostromidae from the Devonian of the borders of the Kuznetsk Basin and the Ural. *Bull. Geol. and Prosp. Serv.*, XLIX, n° 4, p. 87 à 93, pl. 1 à 3.

— 1931. — Some Devonian stromatoporoïds from the outskirts of the Kuznetsk Basin, the Ural and other localities. *Bull. Geol. and Prosp. Serv.*, fasc. 94, p. 1404 à 1415, pl. 1 et 4.

EXPLICATION DES PLANCHES VII, VIII, IX ET X

PLANCHE VII.

FIG. 1. — ***Disphyllum virgatum*** HINDE.
Coupe transversale. On remarquera la zone stéréoplasmique externe et les intersepta limités ou presque à cette zone. En *a* : *Stromatoporella eifeliensis* NICH. Gross. : × 3. Gisement : La Marbrière.

FIG. 2. — Coupe longitudinale du même spécimen. Gross. : × 3.

FIG. 3. — ***Thamnophyllum Murchisoni*** PNK.
Surface polie montrant en coupe transversale 3 polypiers. Gross. : × 4. Gisement : La Marbrière.

FIG. 4. — ***Thamnophyllum Murchisoni*** PNK.
Coupe transversale d'un autre spécimen. Les septa et intersepta sont visibles dans la zone stéréoplasmique ainsi que les vésicules losangiques périphériques (voir à la loupe). On remarquera l'absence de dissépiments. Gross. : × 3. Gisement : La Marbrière.

FIG. 5. — ***Thamnophyllum Murchisoni*** PNK.
Coupe transversale d'un jeune spécimen. *a* : vésicules périphériques. Anneau stéréoplasmique très développé. Gross. : × 7. Gisement : La Marbrière.

FIG. 6. — ***Grypophyllum gracile*** WDK.
Coupe transversale. Gross. : × 4. Gisement : La Marbrière.

FIG. 7. — Coupe longitudinale du même spécimen. La coupe ne passe pas exactement par le centre du Polypier. Gross. : × 4.

FIG. 8. — ***Disphyllum goldfussi*** GEINITZ.
Coupe transversale un peu oblique. On remarquera la présence des dissépiments dans la zone externe et la longueur des intersepta. Gross. : × 3. Gisement : La Marbrière.

FIG. 9. — Coupe longitudinale du même spécimen. Gross. : × 3.

FIG. 10. — ***Grypophyllum sp.*** WDK.
Coupe transversale. Gross. : × 3. Gisement : La Marbrière.

FIG. 11. — Amas de ***Thamnophyllum Murchisoni*** PNK.
Grandeur naturelle. Gisement : La Marbrière.

FIG. 12. — ***Thamnophyllum Murchisoni*** PNK.
Coupe longitudinale d'un spécimen. Gross. : × 1,5. Gisement : La Marbrière.

PLANCHE VIII.

Fig. 1. — ***Favosites inosculans*** NICHOLSON.
Coupe longitudinale. On remarquera les nombreux planchers. Gross. : × 4. Gisement : La Marbrière.

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

FIG. 2. — *Favosites inosculans* NICHOLSON.
Coupe longitudinale en haut et tangentielle en bas d'une autre colonie.
a : pores muraux arrondis et planchers parallèles et réguliers. Même grossissement et même gisement.

FIG. 3. — *Favosites inosculans* NICHOLSON.
Coupe longitudinale à travers une autre colonie.
e : épines, les seules visibles sur toutes les lames minces étudiées. Même grossissement et même gisement.

FIG. 4. — *Amphipora ramosa* PHILL.
Vue extérieure en grandeur naturelle. On remarquera les rameaux bifurqués. Gisement : La Marbrière.

FIG. 5. — *Amphipora ramosa* PHILL.
Coupes transversales. P : *Thamnophyllum Murchisoni* PNK. Gross. : × 3. Gisement : La Marbrière.

FIG. 6. — *Pachypora*.
Coupe longitudinale. S : Stromatopore encroûtant. C : tube de Caunopora. Gross. : × 5. Gisement : Calcaire de Périgny.

FIG. 7. — *Thamnophyllum Murchisoni* PNK.
Forme composée. Gross. : × 3,5. Gisement : Cimetière-aux-Chiens.

PLANCHE IX.

FIG. 1. — *Actinostroma clathratum* NICH.
Coupe longitudinale. P : *Cyathophyllum dianthus* GOLDF. : coupe transversale. Gross. : × 5. Gisement : La Marbrière.

FIG. 2. — *Actinostroma stellulatum* NICH.
Coupe longitudinale. Gross. : × 5. Gisement : La Marbrière.

FIG. 3. — *Actinostroma* cf. *bifarium* NICH.
Coupe longitudinale. On remarquera les piliers plus épais ; *l* : séparation de deux latilaminæ. Gross. : × 5 : Gisement : La Marbrière.

FIG. 4. — *Stromatopora bücheliensis* BARGATSKY.
Coupe tangentielle avec nombreux tubes de Caunopora (t). Gross. : × 3,4. Gisement : La Marbrière.

FIG. 5. — Un fragment grossi de la même colonie. *t* : tubes de Caunopora. Gross. : × 5.

FIG. 6. — *Amphipora ramosa* PHILL.
Coupe transversale. *v* : vésicules externes. Gross. : × 5. Gisement : Bois Carré.

PLANCHE X.

FIG. 1. — *Idiostroma Rœmeri* NICH.
Coupe longitudinale à une extrémité distale. *t* : tube central ; *t'* : tubes latéraux. Gross. : × 3. Gisement : La Marbrière.

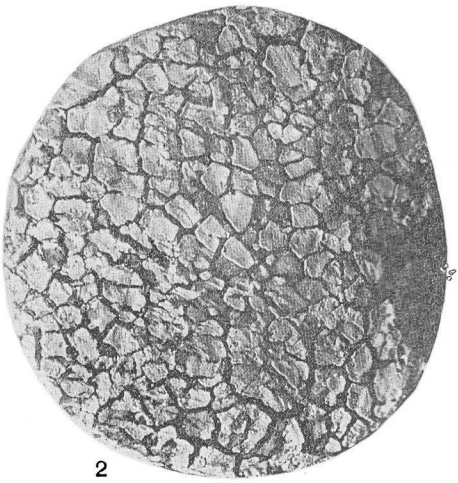
FIG. 2. — *Idiostroma Rœmeri* NICH.
Coupe tangentielle d'une autre colonie. *t* : tube central ; *t'* : tubes latéraux. Gross. : × 3. Gisement : La Marbrière.

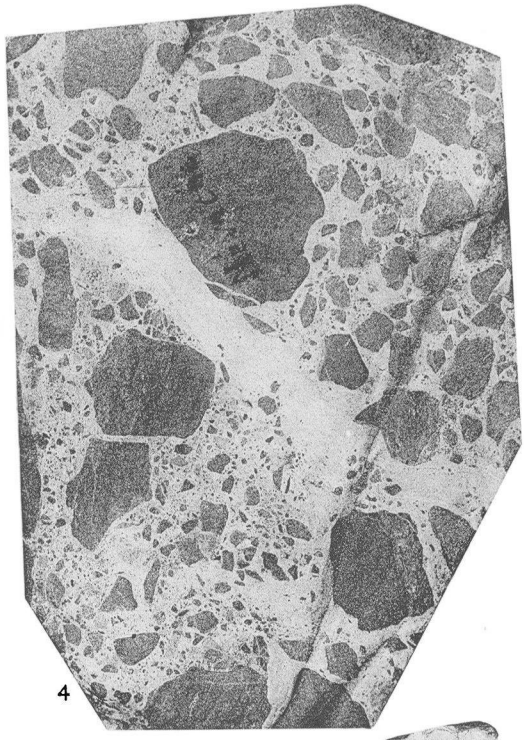
FIG. 3. — *Stachyodes verticillata* NICH. (S) entouré par *Stromatoporella eifeliensis* NICH. (E). P : *Thamnophyllum Murchisoni* PNK. Gross. : × 5. Gisement : La Marbrière.

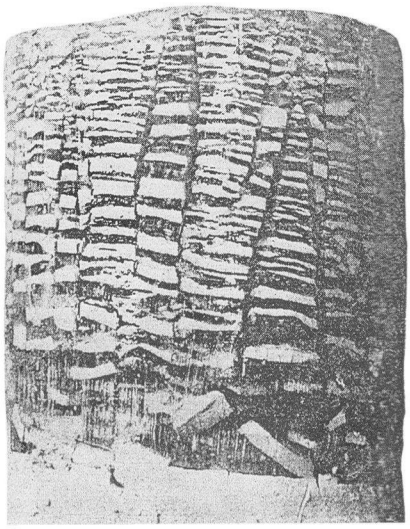
FIG. 4. — *Idiostroma Rœmeri* NICH. Un fragment grossi de la figure 2. Gross. : × 7.

FIG. 5. — Cf. *Stromatopora concentrica*. Coupe longitudinale. Gross. : × 7. Localité : La Marbrière.

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


2


4


1

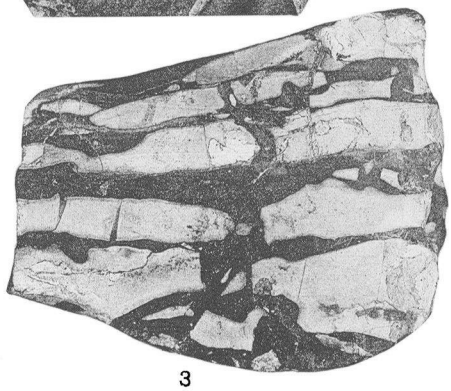

3

FIG. 1 et 2. — Roches bréchoïdes, à ciment de glace (en noir) et fragments anguleux d'argile (en blanc), obtenues expérimentalement par S. Taber en faisant congeler une roche homogène, formée d'argile imprégnée d'eau. Fig. 1, vue latérale, et fig. 2, face supérieure du cylindre d'argile congelée.

FIG. 3. — Fragment d'une couche de silex bréchoïde du Crétacé sup. du Désert de Judée ; débris de silex clair enrobés dans un ciment siliceux foncé (brun) ; surface naturelle de la roche.

FIG. 4. — Surface naturelle d'un calcaire dolomitique bréchoïde du Trias briançonnais (Creux des Souches, près Névache, Hautes-Alpes) ; le ciment et les débris sont également en calcaire dolomitique recristallisé, mais de teintes différentes.

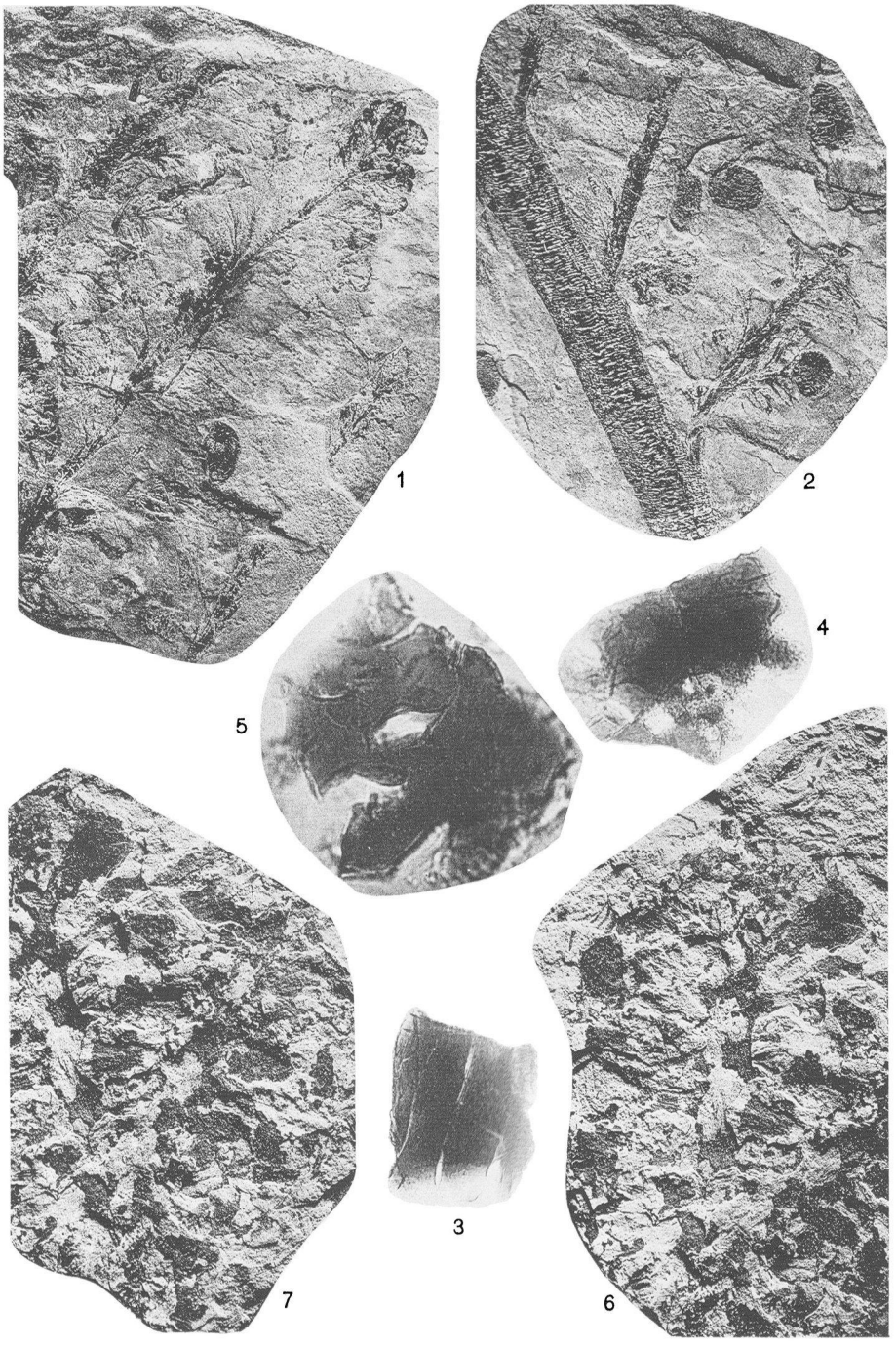
N.B. — Les fig. 1 et 2 sont la reproduction, avec l'aimable autorisation de l'auteur, des figures originales publiées par S. Taber.

Toutes les figures sont à peu près en grandeur naturelle.

Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

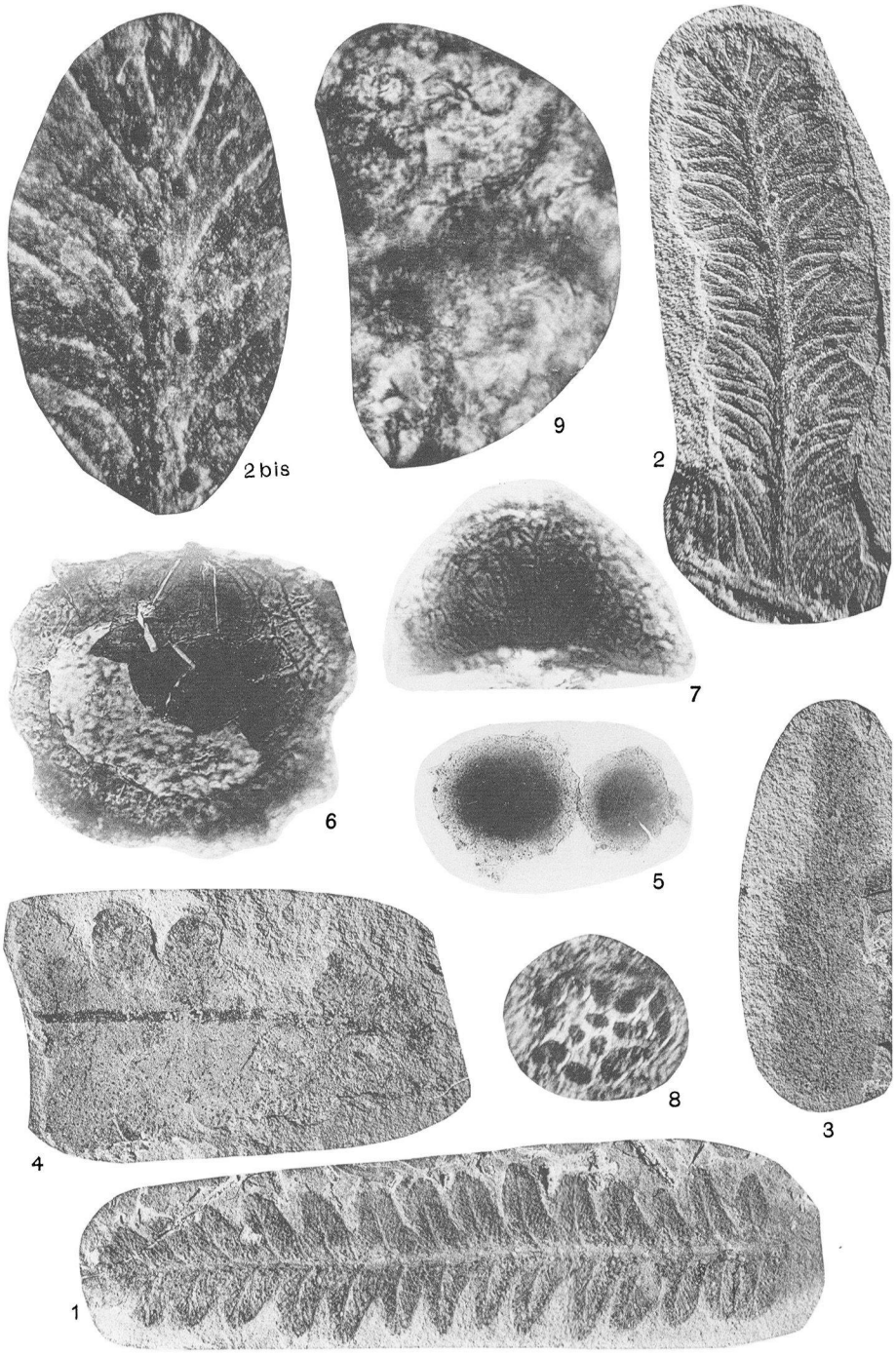
Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Bull. Soc. Géol. de France S. 5 ; t. VII ; pl. II



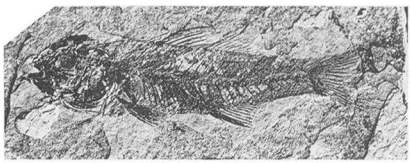
Cl. P. et A. Leblanc Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

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

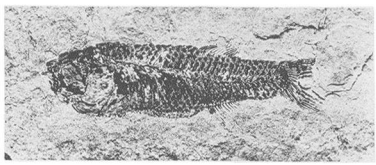


Cl. P. et A. Leblanc

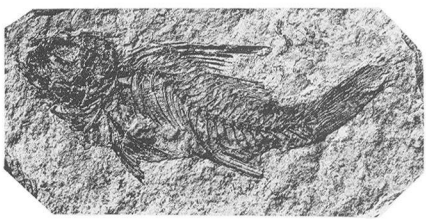
Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC



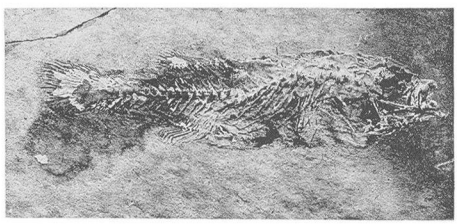
1



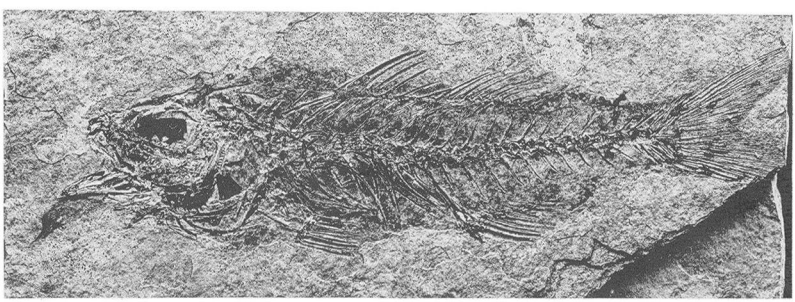
2



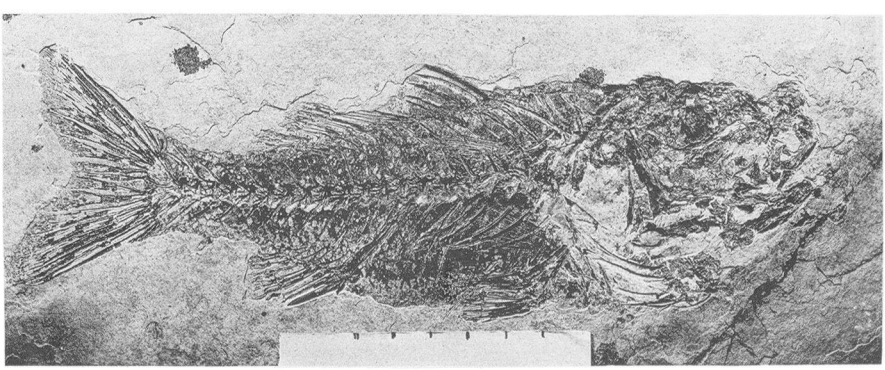
3



4



5

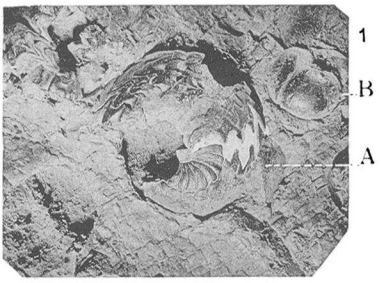


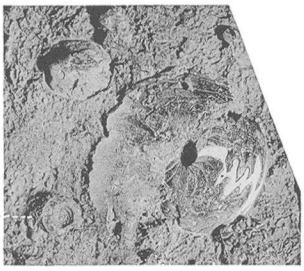
Cl. N. Théobald

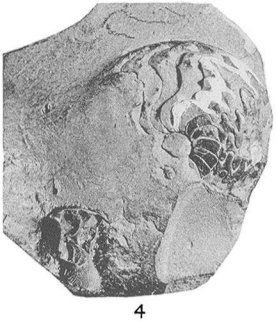
6

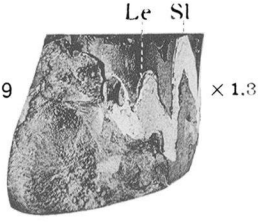
Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

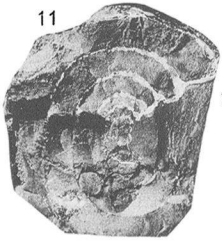
Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

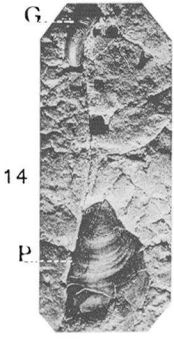






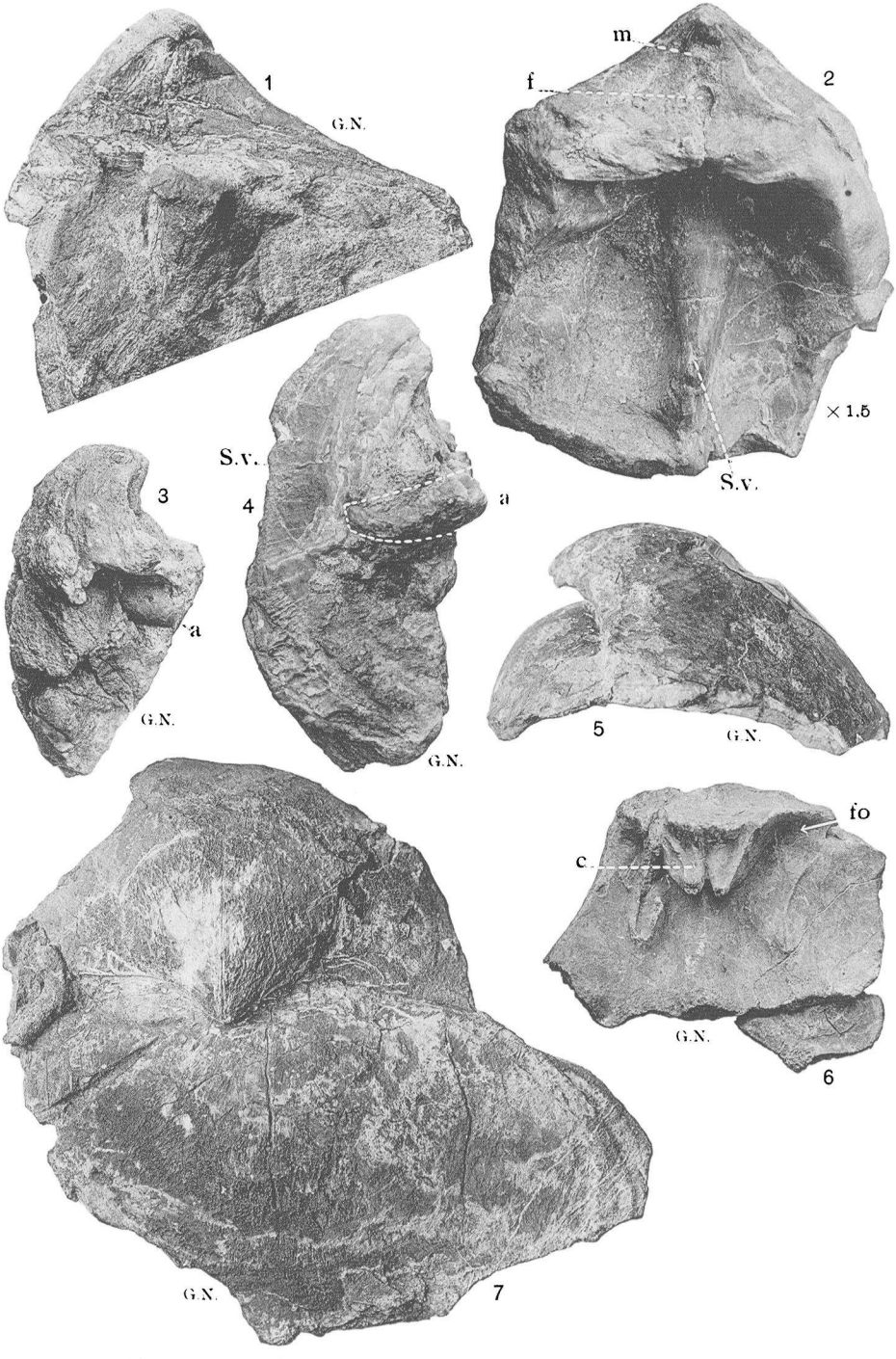






Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

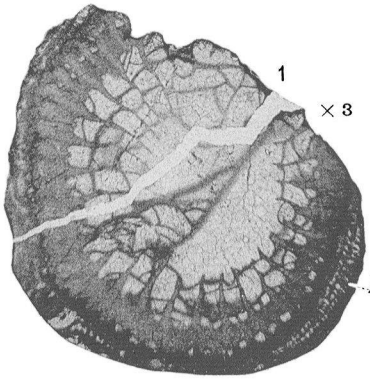
Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

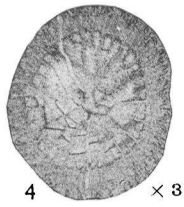


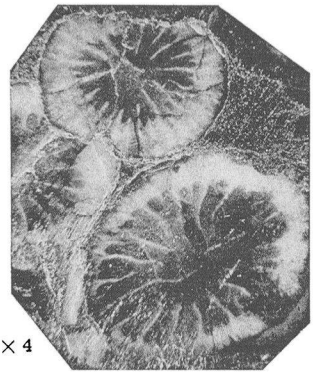
Cl. A. Leblanc Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

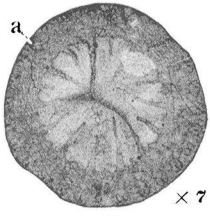
Stringocephalus Burtini DEFR. recueillis dans la carrière de la Marbrière de la Ville-Dé-d'Ardin (Deux-Sèvres)

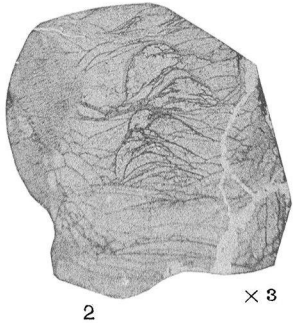
Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

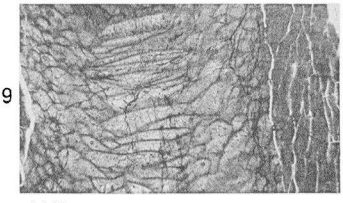


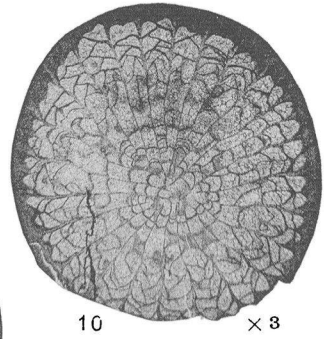


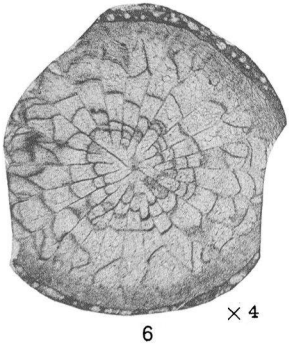


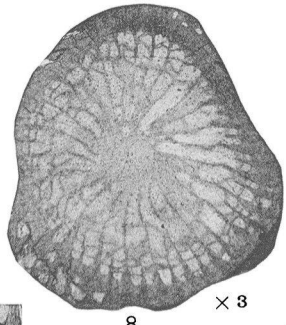


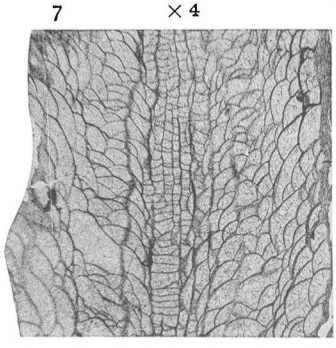


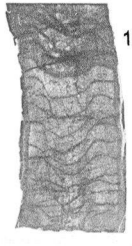


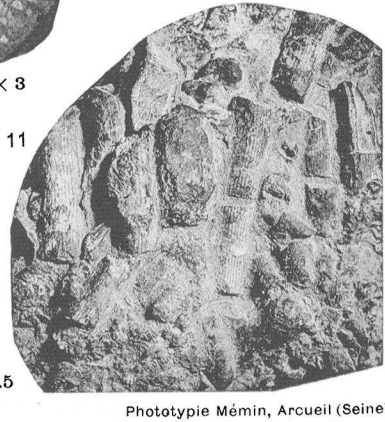








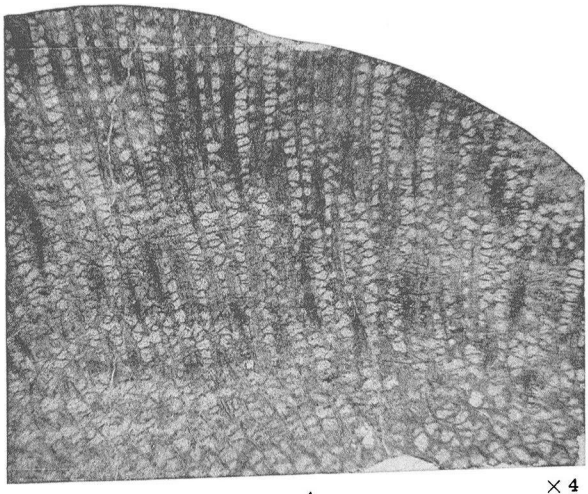




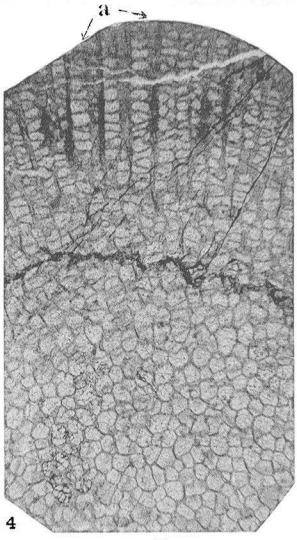
Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

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

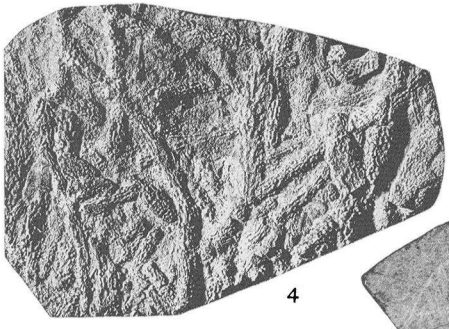
Bull. Soc. Géol. de France S. 5 ; t. VII ; pl. VIII



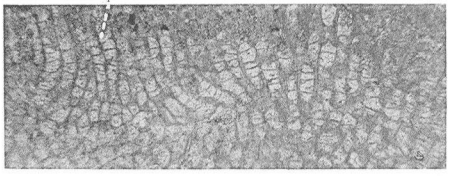
1 × 4



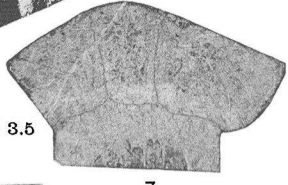
× 4 2



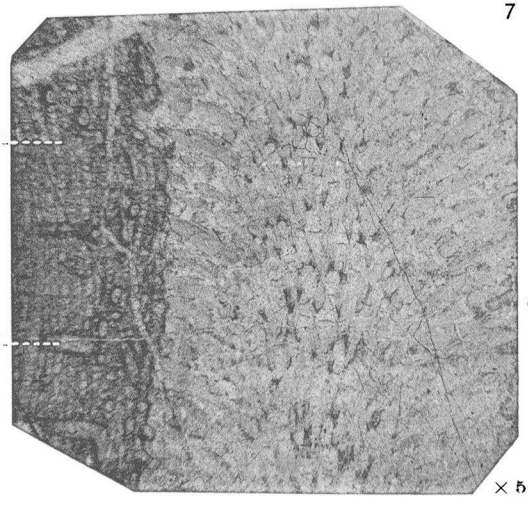
4



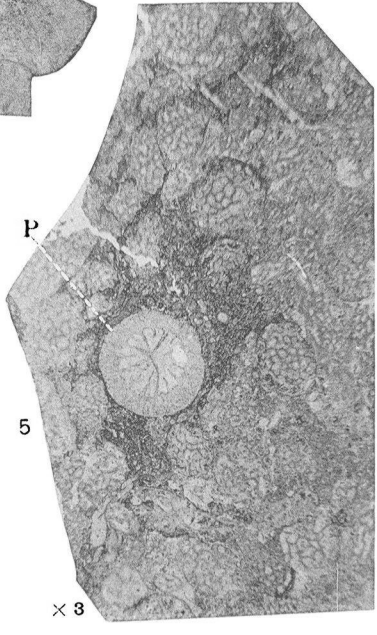
3 × 4



× 3.5 7



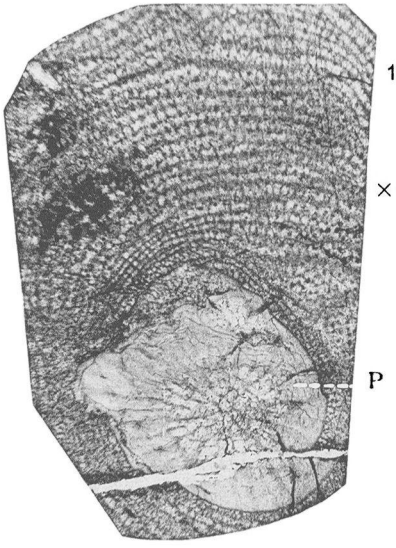
6

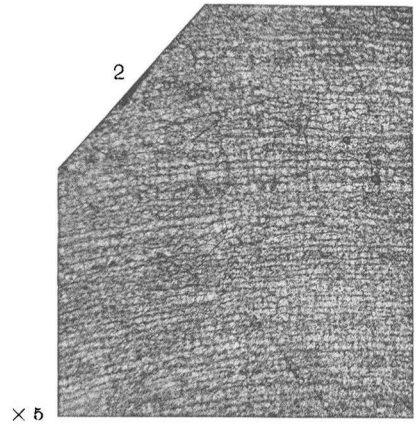


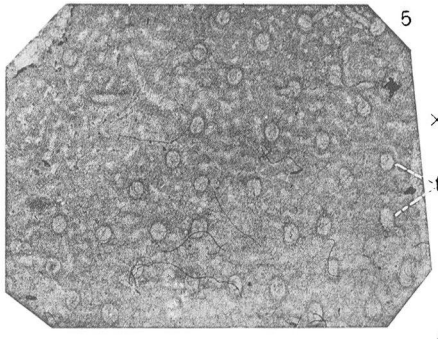
5

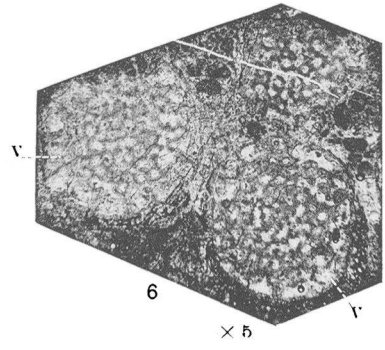
× 5 × 3

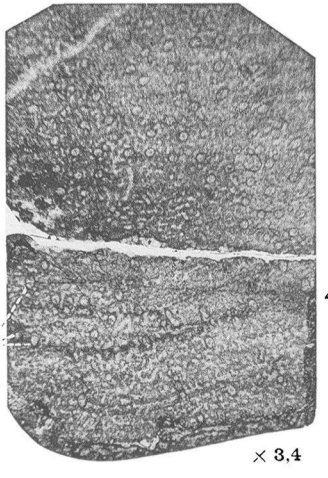
Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

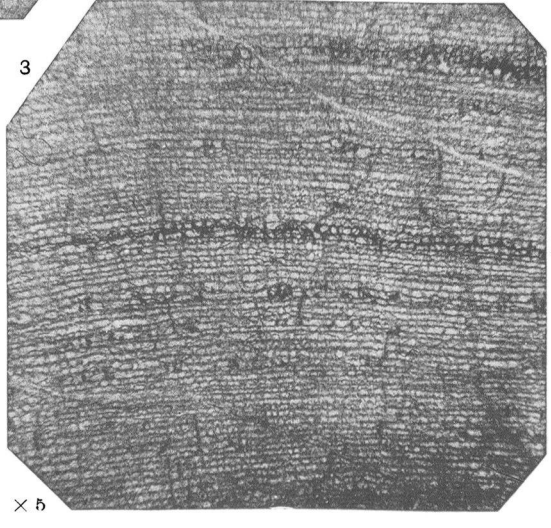




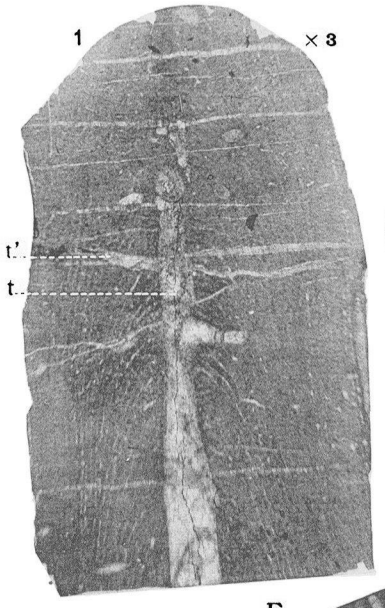


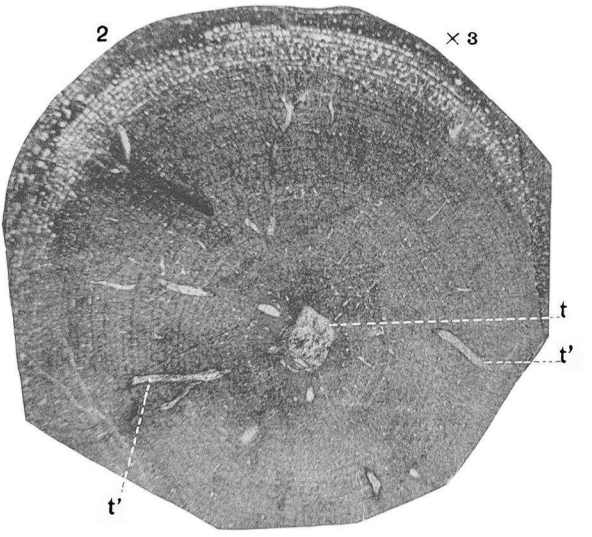


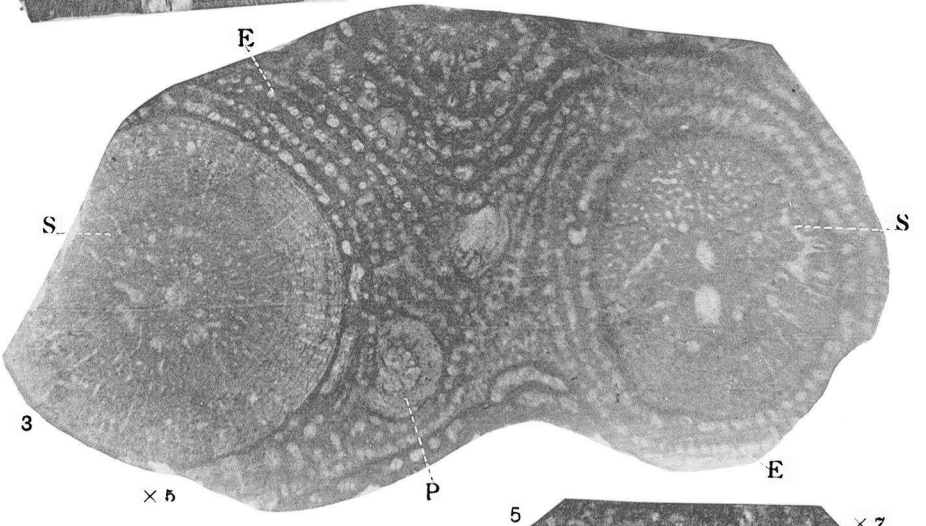




Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC







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

Sur l'âge de la faune de Mammifères de Pyrimont-Challonges

par **J. Viret** et **J. Hürzeler**[1].

Historique.

La première mention de restes de Mammifères fossiles dans la molasse oligocène de Pyrimont remonte au travail de Douxami sur les terrains tertiaires du Dauphiné, de la Savoie et de la Suisse occidentale, paru en 1896 dans les Annales de l'Université de Lyon.

A la séance de l'Académie des Sciences du 14 novembre 1898, Ch. Depéret signalait la découverte d'un squelette presque entier d'un Rhinocéros appartenant au genre *Diceratherium*.

Moins de quatre ans plus tard, en 1902, paraissait dans les Mémoires de la Société paléontologique suisse l'étude détaillée de la faune sous la signature de Depéret et Douxami. Ces auteurs concluaient à l'âge aquitanien de la molasse fossilifère : « Des 17 espèces que nous avons reconnues à Pyrimont, 8 se rencontrent dans les calcaires d'Ulm... On ne saurait hésiter sur le synchronisme parfait des deux stations de Savoie et du Wurtemberg. »

A une date beaucoup plus récente (1929), l'un de nous eut à paralléliser la faune savoisienne avec la faune bourbonnaise, typiquement aquitanienne, de Saint-Gérand-le-Puy. Le synchronisme lui parut peu étroit. Nombre d'espèces fort communes dans la Limagne (*Potamotherium Valetoni*, *Herpestes antiquus*, *Sciurus Feignouxi*, *Palaeoerinaceus Edwardsi*) faisaient complètement défaut à Pyrimont. D'autre part, quelques micromammifères de la molasse savoisienne indiquaient des affinités plus archaïques. Un peu hâtivement, le gisement fut reculé en bloc dans le Stampien moyen[2].

Or, depuis cette époque, les découvertes de petits rongeurs, insectivores, etc., se sont multipliées dans le Stampien et l'Aquitanien en différents pays. Leur résultat a été de modifier quelque peu les idées jusqu'alors en vigueur sur les dates d'apparition ou sur l'extension des espèces.

1. Note présentée à la séance du 19 avril 1937.
2. *Ann. Univ. Lyon*, N. série, fasc. 47.

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

A la lumière de ces connaissances nouvelles, les fossiles de Pyrimont devenaient singulièrement embarrassants. Il y avait là des rencontres d'espèces qui constituaient de véritables anachronismes. Dès lors, une question surgissait : Y avait-il à Pyrimont possibilité d'un mélange de faunes ?

Récolte des fossiles.

Voici dans quelles circonstances a été réunie la collection décrite par Depéret et Douxami :

1° Les documents paléontologiques ont été pour la plupart récoltés par M. Berthet, chef d'exploitation aux mines d'asphalte, lors du creusement de galeries de recherches, pour une faible part à Pyrimont (Ain), sur la rive droite du Rhône, en majeure partie sur la rive gauche, dans le territoire de Challonges (Savoie).

2° Une partie de la collection, tout ce qui concerne le *Diceratherium asphaltense* en particulier, a été recueillie par M. Berthet à l'occasion de l'effondrement du toit d'une galerie d'exploitation [1].

3° M. Depéret a fait pratiquer quelques petites fouilles au dehors, à proximité de l'entrée des galeries de la mine de Challonges, mais sans indication plus précise. Il a dû obtenir surtout de petites espèces [2].

Ainsi, il n'est venu à l'esprit de personne que les fossiles pouvaient appartenir à des niveaux différents. Et cependant il faut bien convenir que la molasse fossilifère n'avait pas été l'objet d'une fouille systématique.

Conditions de gisement.

Sans entrer dans une étude détaillée du gisement de Pyrimont, rappelons que la molasse oligocène y forme des placages plus ou moins épais, reposant en discordance sur la surface inclinée et ravinée de l'Urgonien ; elle passe au sommet à la molasse marine burdigalienne. Ces dépôts tertiaires sont eux-mêmes ravinés par de puissantes alluvions fluvio-glaciaires.

Les galeries de mine sont creusées dans des bancs de calcaire urgonien relativement tendres, à peu près horizontaux, *à huit niveaux différents*. Peut-être, comme le fait remarquer A. Heim,

1. *CR. Ac. Sc.*, 14 nov. 1898.
2. Cf. Notice sur les travaux scientifiques Ch. Depéret, Lyon, 1913, p. 22.

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

n'y a-t-il pas huit couches asphaltifères ; le nombre de celles-ci est peut-être accru par suite de failles. Toujours est-il que les galeries s'étagent à des hauteurs variées au-dessus du Rhône, sur une centaine de mètres de dénivellation verticale, et que, dans ces conditions, leur toit sera constitué par des couches de molasse oligocène d'autant plus récente que la galerie sera plus élevée.

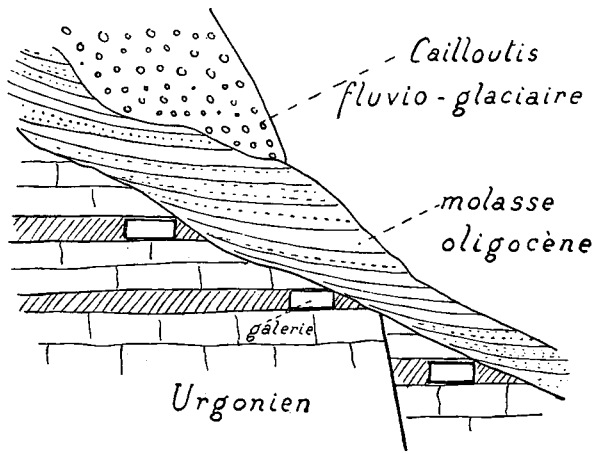


FIG. 1. — Coupe de la molasse oligocène sur la rive gauche du Rhône, en face de Pyrimont (En partie d'après A. Heim).

La coupe de cette molasse est elle-même variable d'un point à un autre. Dans l'ensemble, on peut y distinguer, de bas en haut :

des sables blancs attribués jusqu'ici sans preuves à l'Éocène[1], alors qu'ils pourraient être sannoisiens ou même stampiens ;

des grès pétrolifères gris ou noirs ;

des conglomérats ou des brèches à galets de calcaire urgonien asphaltiphère ou non ;

des argiles sableuses vertes, des marnes brunes plus ou moins ligniteuses, enfin une molasse bariolée rouge ou lie de vin avec bancs de calcaire lacustre.

Les anciennes galeries sont souvent creusées à la limite du calcaire et de la molasse ; aussi le toit s'en est fréquemment écroulé. Actuellement les pentes au-dessus de l'entrée principale sont criblées d'entonnoirs d'effondrement.

Si un seul banc de molasse oligocène s'était montré fossilifère, ces considérations de gisement seraient sans importance. Mais

1. Cf. Moret, *C. R. S.* 1936, p. 14.

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

tel n'est pas le cas. Il est certain que les restes de Mammifères ont été recueillis à des hauteurs diverses au-dessus du lit du Rhône, et *rien ne nous permet d'affirmer à priori que les différences d'âge entre ces bancs soient minimes.*

Un témoignage nous est fourni à cet égard par la gangue des fossiles, qui se présente principalement sous trois formes :

marnes vertes ou sables argileux verts avec os fossiles de couleur blanchâtre ;

marnes brunes plus ou moins ligniteuses, à os fossiles brun foncé ;

marnes gris-bleu, à os fossiles brunâtres.

Dans tous les cas, l'émail des dents prend une patine noire bien spéciale, tantôt noir franc, tantôt noir-bleuté ou noir-brun.

A un premier examen, nous avions cru que ces différences de fossilisation pouvaient nous mettre sur la voie de différences de niveau stratigraphiques.

La réalité était moins simple, et cela s'explique facilement par suite de récurrences des mêmes faciès pétrographiques à des hauteurs très variables dans la molasse.

Des animaux identiques ont été trouvés dans des couches de roches différentes ; et réciproquement, des espèces qui ne sont sûrement pas contemporaines se rencontrent avec des gangues d'aspect très analogue.

Le seul critère qui nous reste pour séparer les faunes en cas de mélange est donc l'étude paléontologique des documents, leur détermination précise, la discussion de leur extension dans le temps.

C'est ainsi que nous avons été amenés à réviser les matériaux de la collection conservée à la Faculté des Sciences. Nous avons pu utiliser quelques pièces non décrites ; enfin le lavage d'une certaine quantité de gangue a fourni des molaires isolées de minuscules rongeurs, ce qui nous a permis de porter de 17 à 27 le nombre des espèces récoltées dans la molasse de Pyrimont-Challonges.

Comme nous allons le voir, ces espèces se répartissent vraisemblablement sur trois horizons : Stampien moyen, Aquitanien inférieur, Aquitanien supérieur.

Dans ce travail, nous avons été encouragés et aidés par notre Maître, le Dr H. G. Stehlin (Bâle), ainsi que par ses collaborateurs, MM. Helbing et Schaub. Qu'ils veuillent bien trouver ici l'expression de notre gratitude.

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

La Faune.

Nous établissons comme suit la liste des espèces reconnues dans les gisements de Pyrimont-Challonges :

Diceratherium (?) *asphaltense* Dep. et Doux.
(?) *Ceratorhinus tagicus* Roman.
Rhinoceros sp.
Tapirus intermedius Filh. var. *robustus*.
Tapirus sp. nov.
Brachyodus borbonicus Gerv.
Caenotherium.
Palaeocherus ou *Propalæocherus*
Amphitragulus taille du *lemanensis* Pom.
Amphitragulus taille de *l'A. elegans* Pom.
Stenogale Julieni Filh.
Amphicyon cf. *lemanensis* Pom.
Amphictis antiquus Pom.
Proailurus lemanensis ? Filh.
Titanomys visenoviensis v. Mey.
Steneofiber viciacensis Gerv.
Plesiosminthus.
Cricetodon spec.
Rhodanomys Schlosseri Dep. et Doux.
Pseudotheridomys sp. nov.
Amphidyromys sp.
Sciurus.
Echinogale gracilis Pom.
Insectivore gen. novum.
Talpidé.
Nyctinomus Stehlini Revil.
Peratherium.

Revue sommaire des espèces.

Diceratherium asphaltense Dep. et Doux.

Ce n'est pas le lieu de reprendre l'étude critique de cette espèce, de discuter si elle est ou non différente de l'*Aceratherium lemanense*. De toutes façons, c'est un rhinocéros à caractères évolués qui se place sans doute dans l'Aquitanien.

Nous excluons de cette espèce la mandibule de jeune, fig. 9, pl. IV[1]. D'autre part, les pièces fig. 5 et 8 de la même planche, relatives aux métapodes, réclament une rectification : la fig. 5 comprend le métacarpien III et le métatarsien II. La fig. 8 est formée par l'assemblage d'un métatarsien III avec un métacarpien II.

Depéret et Douxami ont annoncé (*loc. cit.* p. 21), d'après les facettes articulaires de l'unciforme, l'existence probable d'un cinquième doigt rudimentaire. Nous avons retrouvé dans les matériaux inédits l'extrémité proximale de ce cinquième métacarpien.

Notons en passant que la dentition antérieure de la mandibule de ce rhinocéros comporte deux défenses à racines grêles, à couronne de faible hauteur.

1. Les indications de figures et de planches renvoient à l'ouvrage de Depéret et Douxami 1902.

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

Enfin, d'après l'existence de trois semi-lunaires du côté droit, il y a eu certainement plusieurs individus enfouis dans la molasse.

? Ceratorhinus tagicus Rom.

La mandibule, fig. 9, pl. IV, que Depéret et Douxami attribuent à *Dic. asphaltense*, est d'une taille bien inférieure à la moyenne de cette grande forme.

Avec la mandibule fig. 5, pl. V (*Rhinoceros minutus*), elle entre au contraire tout à fait dans les limites de taille du *C. tagicus*. Mais en l'absence de molaires supérieures et d'os des membres, nous ne donnons cette détermination que sous réserves.

C. tagicus apparaît dans l'Aquitanien supérieur et monte dans le Burdigalien.

Rhinoceros.

Parmi les fragments indéterminés, nous avons remarqué la racine d'une défense mandibulaire beaucoup plus puissante que celle du *Dic. asphaltense*.

Nous rattachons à la même espèce, d'après la conservation, deux prémolaires inférieures et quelques fragments de molaires également inédites. Ces dents pourraient avoir appartenu à un seul individu. M. Stehlin qui a bien voulu examiner le degré d'évolution de ces prémolaires, les trouve intermédiaires entre les dents correspondantes du Rhinocéros de Gannat d'une part et ceux de Villebramar et Marseille d'autre part.

Ce rhinocéros pourrait peut-être représenter dans la molasse de Pyrimont le niveau de Lamilloque, c'est-à-dire le Stampien supérieur.

A notre connaissance, aucun rhinocéros aquitanien ne possède des défenses inférieures aussi fortes que celui-ci, sauf peut-être le *Brachypotherium aginense* de Laugnac. Mais nous n'avons aucun document ostéologique qui puisse être attribué à un *Brachypotherium*.

Tapiridés.

D'après M. Schaub qui a examiné les restes de Tapirs, il y a bien à Pyrimont deux espèces comme le pensaient Dep. et Doux.; l'une est le *T. intermedius* Filh. var. *robustus* Koenigsw., l'autre n'est pas le *T. helveticus*, mais bien une espèce nouvelle.

Tapirus intermedius Filh. var. *robustus*.

A cette espèce nous rapportons la mandibule fig. 7, pl. V,

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

attribuée à *T. helvetius* par Dep. et Doux., en faisant remarquer que cette mandibule a été composée de deux molaires droites, probablement M_2 et M_3, d'une P_4 gauche, d'une P_3 droite.

Cette forme est sûrement plus grande que *T. helvetius,* elle atteint la taille des forts individus de l'Aquitanien supérieur d'Ulm.

Toutes les autres pièces relatives aux Tapiridés, figurés par Dep. et Doux. appartiennent à une deuxième espèce.

Tapirus sp. nov.

Nous attribuons à une nouvelle espèce la série dentaire fig. 6, pl. V, les dents inférieures fig. 8 et 9 (*Tapirus helveticus*), ainsi que les molaires des fig. 10 et 11 (? *Paratapirus intermedius*). Nous y joignons encore deux prémolaires inédites, une P_2 inférieure et une P^3 supérieure. A en juger par l'état de conservation et le degré d'usure, toutes ces pièces semblent provenir d'un même individu.

Ce tapir, de la taille du *T. helveticus*, est caractérisé par ses prémolaires du bas dépourvues de crête postérieure, ainsi que par la forme en V très ouvert de leur crête antérieure.

Une mandibule inédite du Saulcet, conservée au Musée de Bâle, présente les mêmes caractères.

Cet animal, très évolué pour une forme oligocène, appartient donc à l'Aquitanien.

Brachyodus borbonicus Gerv.

Nous déterminons comme tels tous les documents figurés sous le nom de *Brachyodus* et de plus les incisives fig. 6 et 7, pl. VI (*Doliocherus*), ainsi que la pièce fig. 9 de la même planche. Ces déterminations étaient basées sur des documents d'Aarwangen décrits par M. Stehlin (Suidengebiss 1899). La rectification de cette erreur fut faite par l'auteur lui-même en 1910.

A part quelques différences individuelles, ce *Brachyodus* ne peut pas être distingué de la forme répandue à Saint-Henri.

B. borbonicus n'est connu que dans le Stampien moyen dont il est par conséquent une forme caractéristique.

Au total, cet Anthracothéridé est représenté à Pyrimont par onze pièces qui ne diffèrent pas, vu leur fraîcheur de conservation, des autres fossiles de la collection, et, jusqu'à nouvel ordre, nous n'avons aucune raison de supposer qu'ils sont remaniés.

Caenotherium.

Les matériaux de Pyrimont ne fournissent pas de renseignement sur les caractères crâniens qui permettent de caractériser

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

les genres. Néanmoins, nous ne voyons aucun motif pour ne pas les appeler *Caenotherium* sensu stricto.

Ils ne diffèrent pas des formes de taille moyenne de la Limagne décrits sous le nom de *C. laticurvatum*.

Le degré d'évolution des molaires peut fournir quelque indication d'âge. D'après la disposition des denticules, les dents de Pyrimont sont plutôt progressives et pourraient convenir à un *Caenotherium* de l'Aquitanien.

Palaeocherus ou *Propalaeocherus*.

La collection contient quelques maigres documents ayant appartenu à un Suidé : une M_3 incomplète, figurée; la moitié d'une M_2 inédite.

Ces matériaux ne sont pas suffisants pour permettre une détermination même générique ; ils peuvent par conséquent convenir aussi bien à une forme stampienne qu'à une espèce aquitanienne.

Amphitragulus cf. *elegans* Pom.

Toutes les pièces figurées pl. VI, à l'exception de la fig. 9 (voir *Brachyodus*), se rangent bien dans la limite inférieure de taille de l'*A. elegans* de l'Aquitanien.

Notons que les trois séries fig. 8 et 11 sont reconstituées à l'aide de dents isolées, mais ne proviennent pas d'un même individu. En particulier, la série supérieure droite comprend deux P^3 gauches. Parmi les documents non figurés, citons de nombreuses dents isolées et un fragment de maxillaire sans particularités spéciales.

Amphitragulus cf. *lemanensis* Pom.

Dans le lot de dents isolées, quatre paraissent vraiment au-dessous de la limite de taille d'*A. elegans*. Nous pensons qu'elles pourraient appartenir à *A. lemanensis*, mais pour acquérir une certitude, il faudrait une documentation beaucoup plus complète.

Stenogale Julieni Filh.

Cette espèce est représentée par une carnassière supérieure (pl. VI, fig. 15) attribuée à *Plesictis robustus*. La photographie rend assez mal compte de cette dent dont le talon est d'ailleurs trop projeté en avant, ayant été brisé, puis ressoudé à la pointe principale.

La collection renferme aussi une première molaire supérieure droite, qui paraît un peu forte pour avoir appartenu au même individu.

Cette espèce n'est pas connue avant l'Aquitanien.

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

Amphicyon cf. *lemanensis* Pom.

Il s'agit ici des pièces désignées par Dep. et Doux. sous le nom d'*Amphicyon lemanensis* race *leptorhynchus*. Comme l'un de nous l'avait déjà observé, ces documents ne sont pas typiques pour un *A. lemanensis*. La deuxième tuberculeuse supérieure est allongée transversalement et ses tubercules externes sont très bas. Parmi les matériaux inédits, il existe une moitié antérieure de carnassière inférieure droite qui n'est pas non plus classique avec son métaconide bas et repoussé en arrière. Ce fragment a appartenu à un individu, nous n'osons pas dire une espèce, de taille plus forte que les autres documents.

Nous ne voyons rien qui s'en rapproche parmi les Amphicyonidés du Stampien de Marseille. Les affinités de ce carnassier sont plutôt aquitaniennes.

Amphictis antiquus Pom.

M. Helbing attribue à cette espèce la carnassière gauche, fig. 14, pl. VI, appelée *Plesictis robustus*.

Cette dent est en effet très voisine des *Amphictis* de Saint-Gérand, Varenne-s.-Tèche ; elle indique donc un âge aquitanien.

Proailurus lemanensis Filh.

Nous pensons que la canine inférieure droite, fig. 13, pl. VI, munie d'un fort sillon sur le côté externe trouve sa place ici ; du moins nous possédons une mandibule de Chaveroche avec une dent semblable *in situ*. L'individu était de taille plutôt petite.

Nous pouvons également rapporter à cette espèce une moitié de P_4 inférieure gauche.

Steneofiber viciacensis Gerv.

Tous les échantillons de *Steneofiber* figurés ou non appartiennent à une seule espèce de taille très normale pour le *St. viciacensis* de l'Aquitanien.

Les *Steneofiber* sont déjà connus dans le Stampien ; en général, ils sont de taille inférieure à celui de Pyrimont.

Les séries dentaires reconstituées des fig. 28 et 29, pl. VI, sont mal composées : la série mandibulaire gauche de la fig. 28 contient en guise de première molaire M_1, une quatrième Pm supérieure droite. La série mandibulaire droite comprend M_1 et M_2 in situ, mais à la place de M_3 on a planté une M_1 ou M_2. La série supérieure 29 comprend une P^4, une M^2, une M^3 ; de plus les dents sont tournées la face postérieure en avant.

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

Titanomys sp.

Ici se place la mandibule droite avec deux molaires, fig. 30, pl. VI. En l'absence de prémolaires, cette détermination ne peut être qu'approchée.

La molaire isolée, fig. 31, pl. VI, paraît avoir été égarée. Par contre, nous avons trouvé dans les matériaux inédits, une deuxième Pm supérieure, qui confirme l'existence d'un Lagomorphe à Pyrimont.

Les Lagomorphes apparaissent pour la première fois en Europe dans le Stampien terminal de Branssat, de Küttigen, ce qui exclut le rongeur en question du niveau à *Brachyodus borbonicus*.

Plesiosminthus sp.

En visitant le voisinage des entrées de galeries de Challonges, nous avons trouvé dans les marnes, sous un banc de calcaire lacustre, l'incisive supérieure d'un très petit rongeur. Cette dent est ornée du côté externe d'un seul sillon profond qui permet sa détermination comme *Plesiosminthus*. Ces animaux sont d'âge stampien supérieur et aquitanien.

Cricetodon sp.

Nous rangeons sous ce nom la molaire décrite et figurée par Schaub (1925, pl. I, fig. 17). Il s'agit d'une espèce nouvelle, encore insuffisamment connue, et qui ne nous apporte donc aucune indication de niveau.

Rhodanomys Schlosseri Dep. et Doux.

Cette espèce est également le type du genre.

Depuis la trouvaille de Pyrimont, des *Rhodanomys* ont été rencontrés d'une part dans le Stampien supérieur, d'autre part dans l'Aquitanien inférieur et supérieur. A l'Aquitanien supérieur appartiennent des pièces inédites de la Chaux (Musée de Bâle) et de Chaveroche (Faculté de Lyon). Du Stampien à l'Aquitanien, on observe une tendance des molaires à perdre leur caractère bunodonte et à se simplifier.

En se basant sur ce degré d'évolution des molaires, on peut dire que l'espèce de Pyrimont avec son émail légèrement plissé se rapproche davantage des *Rhodanomys* aquitaniens que de ceux du Stampien : elle n'est cependant pas aussi évoluée que celle de Chaveroche et pourrait ainsi appartenir à l'Aquitanien inférieur.

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

Pseudotheridomys nov. sp.

Ce genre créé par Schlosser pour de petits rongeurs de Haslach est représenté à Pyrimont par une troisième molaire supérieure. M. Stehlin a bien voulu nous faire savoir que ce rongeur de Pyrimont appartient à une espèce nouvelle, de très petite taille, qui se rencontre également à Unterstaudach, Humbel (Bâle-campagne), Mörigen (Berne), et dans l'Allier à Saulcet. Tous ces gisements sont aquitaniens.

Amphidyromys sp.

Ce minuscule rongeur est représenté par une deuxième molaire inférieure.

Le genre *Amphidyromys* est connu dans différents niveaux de l'Oligocène, du Stampien à l'Aquitanien. M. Stehlin nous signale que l'animal de Pyrimont possède une molaire de structure identique aux types aquitaniens du calcaire à phryganes, mais sa taille est plus petite d'un quart. La longeur de M_2 atteint à Pyrimont 0 m. 00075 contre 0. 001 à Saulcet.

Nous ne pouvons en tirer aucune conclusion sur l'âge précis du rongeur de Pyrimont.

Sciurus sp.

Un *Sciurus* nous est annoncé par une molaire que nous avons récoltée nous-mêmes dans une couche de marne qui paraît assez fossilifère pour faire l'objet d'une petite fouille ultérieure.

L'animal semble différent du *Sciurus Feignouxi*. Une incisive, par contre, également de Sciuridé, ne se distingue pas de celle de cette dernière espèce.

En outre, deux autres rongeurs non déterminables, sont représentés par des incisives à émail cannelé, de taille diverse. Il ne semble pas qu'on puisse attribuer ces incisives à l'une des espèces précédentes.

? Echinogale gracilis Pom.

Un insectivore du groupe des Myogalidés a été décrit d'après des fragments de mandibule par Dep. et Doux. sous le nom d'*Echinogale gracilis*. Le lavage d'un peu de gangue a permis d'obtenir une prémolaire et une molaire supérieure d'un Talpidé voisin des *Myogale*. Nous n'osons pas affirmer que l'insectivore en question est bien l'*Echinogale gracilis*, espèce encore très peu connue.

Talpidé

Nous possédons deux humérus inédits, attribuables à coup sûr à un Talpidé. Nous ne pouvons en tirer aucune indication de

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

niveau, car ces humérus sont différents aussi bien de ceux des Talpidés du Stampien supérieur de Branssat que de ceux de l'Aquitanien de Saint-Gérand.

Il n'est pas impossible que les molaires supérieures du Myogalidé ci-dessus et ces humérus ne représentent qu'une seule espèce.

***Insectivore*, nov. gen. nov. sp.**

Un insectivore très bizarre a passé inaperçu jusqu'ici à Pyrimont.

Il est représenté par un fragment de mandibule gauche portant la dernière Pm et la première molaire, ainsi que les alvéoles de la deuxième ; en outre une prémolaire isolée, probablement de la dentition supérieure, présente le même cachet que la Pm inférieure *in situ*. Les dents en bouton, la robustesse de M_1 font penser à *Dimylus* et à *Cordylodon*, mais l'animal de Pyrimont ne peut être rangé dans aucun de ces deux genres.

Nous espérons qu'une fouille prochaine nous permettra d'obtenir des documents plus complets sur cette intéressante forme et de la décrire.

***Nyctinomus Stehlini* Revil.**

Depéret et Douxami ont figuré un fragment de mandibule avec les trois molaires en place sous le nom de *Palaeonycteris robustus Pom.* Revilliod a montré plus tard que cette pièce devait être attribuée à *Nyctinomus Stehlini* et non à *P. robustus*. En ce qui nous concerne, ces deux espèces se rencontrent seulement dans l'Aquitanien.

***Peratherium*.**

Ce genre est représenté par la mandibule décrite fig. 32, pl. VI et par trois petites molaires inédites. Mais la présence d'un *Peratherium* à Pyrimont ne peut nous fournir aucune indication précise de niveau.

Conclusions.

En résumé, de tous les fossiles de Pyrimont, seul *Brachyodus borbonicus* représente sûrement le Stampien moyen.

La plupart des espèces sont d'âge aquitanien. Quelques-unes comme le *Rhodanomys Schlosseri*, paraissent appartenir à l'Aquitanien inférieur. Quelques autres ne sont connues jusqu'ici que dans l'Aquitanien supérieur.

Un certain nombre peuvent indiquer indifféremment l'un ou l'autre niveau de l'Aquitanien.

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

Contribution a l'étude pétrographique des sables stampiens

par **H. Alimen** et **A. Vatan**[1].

Planche XI et XII.

Les techniques habituelles de l'étude pétrographique d'un sable ont pour objet de définir sa composition minéralogique (séparation et étude microscopique des minéraux lourds, étude du sable en plaque mince), de déterminer les dimensions des grains (granulométrie) et les caractères morphologiques de ces grains (examen en lumière réfléchie au microscope binoculaire). De telles recherches sont faites dans le but de retracer en quelque mesure l'histoire du sédiment : nature et situation géographique des roches dont la destruction a fourni les matériaux du sable, nature de l'agent de transport et, dans certains cas, modifications du sable postérieurement au dépôt. A l'aide de ces techniques, nous avons abordé l'étude des sables du Stampien du Bassin de Paris, et nous avons cherché à éclairer quelques-uns des problèmes qu'elle pose.

Les sables stampiens n'ont donné lieu qu'à peu de recherches pétrographiques.

P. Termier, étudiant en 1895 les grès de Fontainebleau[2], reconnut quelques-uns des minéraux associés au quartz : mica, tourmaline, pyroxène, zircon. Il constata la richesse générale des quartz en inclusions cristallines et leur pauvreté en inclusions liquides et gazeuses, d'où il conclut que « les grains de quartz semblent provenir de la destruction de micaschistes plutôt que de la corrosion de roches granitiques ».

M. Cayeux, dans son étude générale des sables marins[3], a étudié un sable provenant de l'ancienne carrière du « Soleil levant » au Plessis-Piquet, route de Fontenay à Versailles. La séparation des minéraux lourds au bromoforme lui a montré : le zircon particulièrement abondant ; la tourmaline, le rutile, le disthène,

1. Note présentée à la séance du 3 mai 1937.

2. P. Termier. Sur la structure des grès de Fontainebleau. *B.S.G.F.*, (3), t. XXIII, 1895, p. 344-348.

3. L. Cayeux. Les roches sédimentaires de France. Roches siliceuses. *Mém. Carte géol. Fr.*, 1929, p. 48-49.

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

assez abondants ; l'anatase, la staurotide, le grenat, le corindon plus rares, ces minéraux étant dans l'ensemble dans un excellent état de conservation. L'étude microscopique des grains de quartz a permis à M. Cayeux d'énoncer les conclusions suivantes. Les grains de quartz appartiennent à trois catégories : éclats tranchants, hyalins ; grains anguleux très usés et hyalins ; grains de même type mais dépolis. Ce gisement présente « tous les caractères des sables marins typiques. Les minéraux lourds et les inclusions des quartz montrent que les roches mères sont le granite et les terrains cristallophylliens », et que les sables stampiens ont beaucoup d'analogie avec ceux du Thanétien.

En dehors de ces recherches de M. Cayeux, on ne peut guère signaler que celles de P. Deleau[1]. Sa méthode est, dit-il, la même que celle qu'il a utilisée précédemment pour les sables du Crétacé inférieur, c'est-à-dire [2] l'examen au microscope binoculaire et l'analyse granulométrique, par tamisages. Cet auteur indique avoir étudié de nombreux échantillons de sables stampiens provenant des vallées du Loing, de l'Essonne, de la Juine et de la Région parisienne. Ses conclusions sont les suivantes : les sables stampiens sont des sables marins. A la base et au sommet de la formation on trouve des sables fluviatiles. « Aucun gisement n'a fourni d'échantillons globuleux de sable à caractère éolien ».

L'étude stratigraphique détaillée que l'un de nous a faite du Stampien du Bassin de Paris[3] nous a permis d'avoir un matériel suffisant, prélevé dans des conditions précises, et il nous a paru possible d'apporter une contribution nouvelle à l'étude pétrographique des sables stampiens. L'étude minéralogique fera l'objet de la première partie de cette note, l'analyse granulométrique et l'examen morphologique des quartz seront traités en second lieu.

I. ÉTUDE MINÉRALOGIQUE

Cette étude minéralogique est limitée aux sables, à l'exclusion des grès qui ont été bien étudiés[4]. Quelques mots sur les

1. P. Deleau. Essai de contribution à l'étude des sables de Fontainebleau, *C. R. S. S. G. F.* (5), t. II, 1932, p. 157-159.

2. P. Deleau. Étude morphologique des sables du Crétacé inférieur et moyen. *Ann. Soc. Géol. du Nord*, tome LV, 1930, p. 189-201, pl. XI-XII.

3. H. Alimen. Étude sur le Stampien du Bassin de Paris. *Mém. Soc. Géol. de France*, Mém. n° 31, 1936, 309 p., 42 fig., 7 pl.

4. L. Cayeux. Structure et origine des grès du Tertiaire parisien. *Gites minéraux de la France*, 1906.

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

méthodes que nous avons utilisées nous paraissent nécessaires, avant de donner les résultats de nos recherches.

Les minéraux lourds ont été séparés à l'aide du bromoforme et montés au baume de Canada, une partie étant réservée pour des recherches complémentaires (mesure des indices à l'aide de liqueurs d'indice connu). Au point de vue de la recherche des roches mères, les cortèges de minéraux présentent plus d'intérêt qu'un seul minéral. Pour déceler les conditions de dépôt et de transport, l'étude des caractères de forme et de taille des minéraux lourds est très précieuse. Les résultats de cette étude rejoignent ceux de l'analyse physique traitée dans la deuxième partie. Il importe enfin d'apprécier les fréquences relatives des minéraux, leurs associations et leurs rapports. Les résultats s'expriment assez facilement au moyen de tableaux. La persistance d'un minéral ou d'un cortège de minéraux peut ainsi déceler la présence de courants ou celle de bassins de sédimentation. (On sait par exemple que M. Cayeux a établi, grâce à la présence du disthène, l'existence dans la mer de la craie de courants venus du Sud [1].)

L'étude qualitative des minéraux va donc de pair avec une étude quantitative. En effet les espèces minérales les plus fréquentes dans les sables sont les plus résistantes : les silicates de métamorphisme, le zircon, le rutile, la tourmaline, sont des éléments que l'on retrouve à peu près dans tous les sables. On pourrait se contenter de noter leur fréquence relative par les expressions : très abondant, abondant, fréquent, rare, à condition que cela ne soit pas basé uniquement sur une impression. Une mesure rapide des fréquences est indispensable. En première approximation on peut faire simplement la statistique des grains dans deux ou trois champs d'un objectif de grossissement moyen. On obtient plus de précision en comptant cent individus cristallins à leur rencontre avec un des fils du réticule, en faisant déplacer le chariot. La précision obtenue est du domaine du calcul des probabilités. Elle est exprimée par une loi simple : « La précision de la moyenne de plusieurs observations s'obtient en multipliant la précision d'une observation unique par la racine carrée du nombre des observations. » Pour les grains les plus abondants, en limitant le nombre des grains comptés à cent, la précision n'est guère inférieure à ce qu'elle serait en en comptant mille. Si on dit par exemple qu'il y a 50 grains de zircon pour un total de 100 grains cela veut dire qu'il peut y en avoir en réalité quelques grains en plus ou en moins. Par contre, pour les individus peu abondants, la précision atteinte est beaucoup moins satisfaisante et pourra donner des erreurs allant du simple au double. Dans ce travail nous avons appliqué cette méthode de la statistique sur 100 minéraux transparents [2].

1. L. Cayeux. L'Étude micrographique des terrains sédimentaires. Craie du Bassin de Paris. Lille, Le Bigot, 1897, p. 545.

2. On trouvera une bibliographie complète sur les minéraux lourds dans :

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

Nous avons étudié les gisements du Nord au Sud et dans chaque région par niveau. Les minéraux sont énumérés par ordre d'importance.

Villers-Cotterets. (Base du Stampien inférieur.) Zircon, bien cristallisé et en grains ovoïdes, abondant : 35 °/₀ ; tourmalines abondantes : 26 °/₀, staurotide : 13 °/₀, rutile : 11 °/₀, disthène : 8 °/₀, hornblende verte, grenat, anatase monazite, rares.

Villers-Cotterets. (Route de Taillefontaine, niveau de sable violet dans le Stampien inférieur.) Ce gisement est stratigraphiquement plus élevé que le précédent et présente avec lui une différence de composition assez nette : zircon très abondant (type bien cristallisé à prisme large parfois zoné, type à pointements inégaux, type ayant une prédominance de la pyramide sur le prisme, etc). Tourmaline, staurotide et rutile abondants. Les autres minéraux sont rares : disthène, andalousite, anatase bleue.

Saint-Witz. (Feuille de Paris. Stampien inférieur.) Zircon très abondant : 59 °/₀, rutile abondant : 20 °/₀, tourmaline : 15 °/₀, staurotide, disthène, brookite, ces derniers peu abondants.

Monjavoult. (Feuille de Rouen. Stampien inférieur.) Zircon abondant : 38 °/₀, tourmaline : 25 °/₀, rutile jaune et rouge : 14 °/₀, staurotide : 11 °/₀, disthène très corrodé et altéré, sillimanite, épidote, monazite. En moyenne, composition voisine de celle des sables de Villers-Cotterets.

Fontenay-aux-Roses. (Au Sud de Paris. Stampien inférieur.) Zircon très abondant : 53 °/₀, rutile abondant : 21 °/₀, tourmaline moins abondante que précédemment : 10 °/₀, staurotide, disthène, anatase relativement abondante pour cette espèce minérale : 4 °/₀, monazite.

Ces 5 premiers échantillons, dont les points de prélèvement délimitent une aire importante, forment un ensemble assez homogène caractérisé par l'abondance du zircon et le cortège staurotide, disthène, à l'exclusion de l'andalousite, minéral peu résistant.

Milner H. B. Sedimentary petrography. London, Thomas Murby, 1927.

Notes et travaux postérieurs :

Baak J. A. Regional petrology of the Southern north sea *Thèse*. (Veenman et Zonen). Wageningen (Hollande), 1936.

Berthois L. Recherches sur les minéraux lourds des granites de la partie orientale du Massif Armoricain. 190 p., 6 fig., 18 pl. *Mém. Soc. Géol. Min. Bretagne*, t. II, 1936.

Von Moos A. Sediment petrographische unterschungen an Mollasse sandstein. *Schweiz. Min. und Petrogr. mitteil.* Band XV, Heft 2, 1935, p. 169-265.

Vatan A. et Farchad H. Étude minéralogique des sédiments arénacés du Thanétien. *B. S. G. F.*, VI, 1936, p. 331.

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

Septeuil. (Feuille d'Évreux. Sommet du Stampien supérieur.) Zircon abondant : 37 %, de types très variés (type allongé, type à prisme court et pyramides allongées, grains informes, etc.) ; tourmalines : 23 %, rutile, disthène, staurotide, assez abondants ; andalousite un peu moins ; brookite.

Forêt des 4 Piliers aux environs de *Houdan.* (Feuille d'Évreux. Stampien supérieur.) Tourmalines très abondantes : 46 %, staurotide : 16 %, rutile : 14 %, disthène : 8 %, andalousite : 5 %, zircon peu abondant : 7 %, sillimanite, mica, grenat, anatase. Ce cortège est caractérisé par la pauvreté en zircon.

Richebourg. (Feuille d'Évreux. Stampien supérieur.) Assemblage assez voisin du précédent : tourmaline abondante : 35 %, staurotide : 24 %, zircon globuleux, de petite taille : 14 %, disthène altéré, andalousite, peu abondants ; grenat rose, anatase, brookite, corindon, rares.

Ces deux gisements présentent entre eux une grande analogie de composition : pauvreté relative en zircon ; tourmaline et staurotide abondants. Ils sont d'ailleurs assez proches géographiquement.

Éclimont (près Saint-Symphorien, feuille de Chartres. Stampien supérieur). Zircon très abondant 40 % et très varié (formes à prisme bien développé, d'autres à pyramides bien développées, type allongé à prisme mm, pyramide $b^{\frac{1}{2}}$ et des types moins bien cristallisés ou même informes. Il faut signaler en particulier une variété de zircon coloré, globuleux, très usé et sans doute très ancien). Tourmalines 21 %, rutile 14 %, staurotide 13 % ; les autres minéraux sont plus rares : andalousite, disthène 4 %, mica, anatase, hypersthène, brookite, monazite.

Ormoy. (Près d'Étampes. Stampien supérieur.) Zircon bien cristallisé abondant : 36 %, tourmalines abondantes : 40 %, rutile : 10 % ; minéraux métamorphiques peu abondants (grenat andalousite, staurotide). Il apparaît une certaine parenté avec le gisement précédent. Ces deux gisements sont d'ailleurs suivant un alignement parallèle à la ligne de rivage du Stampien supérieur.

Montlhéry. (Feuille de Melun. Stampien inférieur.) Avec les deux gisements suivants de Montlhéry et d'Étampes, nous avons encore un ensemble assez homogène. Tourmalines très abondantes 40 %, disthène : 14 %, zircon, staurotide et rutile relativement peu abondants, andalousite, anatase, brookite, chlorite

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

rares. Minéraux opaques très abondants (en quantité égale à celle des minéraux transparents).

Étampes. (Faubourg Saint-Michel. Milieu du Stampien inférieur.) Tourmaline assez abondante : 23 %, cortège métamorphique caractérisé par l'abondance du grenat très corrodé : 12 %, disthène : 13 %, andalousite : 12 %, zircon : 14 %, rutile : 9 %, staurotide rare, produits opaques abondants.

L'ensemble de ces deux gisements est caractérisé par la pauvreté en zircon et la richesse en éléments métamorphiques. L'abondance exceptionnelle du grenat à Étampes est à noter. Le rapport zircon/rutile est le même dans les deux cas.

La Grange Ferme, aux environs de Chaumes. (Feuille de Provins. Stampien inférieur.) Zircon globuleux, abondant : 45 %, tourmaline : 16 %, rutile assez abondant : 18 %, staurotide : 8 %, disthène : 5 %, micas, andalousite, brookite, rares. La quantité totale de minéraux lourds est faible.

Montagne de Trin. (Butte-témoin au SE de Moret. Feuille de Sens. Stampien inférieur.) Minéraux lourds en faible quantité, la statistique n'a pu être faite. Zircon peu abondant, staurotide, disthène, grenat rose, tourmalines, rutile.

Ormesson. (Au SW de Nemours. Feuille de Fontainebleau. Stampien supérieur.) Tourmalines extrêmement abondantes : 47 % ; cortège métamorphique important : andalousite : 18 %, disthène : 15 %, staurotide : 12 %; zircon : 5 %, rutile : 3 %. L'andalousite prend dans ce cortège une place importante. L'analogie est assez nette entre ce gisement et ceux du Stampien inférieur de la région d'Étampes. La direction des courants a dû rester la même, d'une période à l'autre.

Villiers-sous-Gretz. (Au N de Nemours. Feuille de Fontainebleau. Base du Stampien supérieur.) Cortège très différent du précédent : Zircon bien cristallisé abondant : 51 % (types à prisme large et court et pyramide bien développée, type à prisme assez large et à pointements moins développés (a^3 $b^{\frac{4}{2}}$), rutile abondant : 17 %, tourmaline abondante : 17 %, cortège métamorphique appauvri : staurotide, disthène : 5 %, andalousite : 3 %, brookite. (Planche XI, fig. 1).

Maisse. (Vallée de l'Essonne. Feuille de Fontainebleau. Stampien inférieur.) Zircon abondant : 45 % (type large, type globuleux, type corrodé), tourmalines : 15 %, rutile : 15 %, disthène : 13 %, staurotide 9 %, muscovite, andalousite, anatase, brookite rares. Minéraux opaques abondants.

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

TABLEAU A.

Pourcentages des minéraux lourds transparents du Stampien.

	ANDALOUSITE	STAUROTIDE	DISTHÈNE	SILLIMANITE	GRENAT	HORNBLENDE	HYPERSTHÈNE	MICA	ZIRCON	RUTILE	ANATASE	BROOKITE	TOURMALINE	EPIDOTE	MONAZITE
Villers-Cotterets... Stampien inf.	1	13	8		1	3			35	11	1		26		1
Saint-Witz..... Stampien inf.		4	1						59	20		1	15		
Montjavoult..... Stampien inf.		11	3	1				6	38	14			25	1	1
Fontenay-aux-Roses base du Stampien inf.		9	2						53	21	4		10		1
Septeuil..... Stampien sup. terminal.	4	13	11						37	11		1	23		
Houdan ..... Stampien sup.	5	16	8	1	1			1	7	14	1		46		
Richebourg	3	24	5		2			3	14	12	1	1	35		
Eclimont ..... Stampien sup.	4	13	4				1		40	14	1	1	21		1
Montlhéry ..... Stampien inf.	1	9	14		1			13	13	7	1	1	40		
Étampes ..... (Le Gibet) milieu du Stampien inf.	12	2	13		12			15	14	9			23		
Ormoy ..... Stamp. sup. (avant la mer d'Ormoy).	6	3	5						36	10			40		
Chaumes..... Stampien inf.	1	8	5					6	45	18		1	16		
Ormesson..... Stampien sup.	18	12	15						5	3			47		
Villiers-s.-Gretz ... Base Stamp. sup.	3	6	5						51	17		1	17		
Maisse ..... Stampien inf.	1	9	13						45	15	1	1	15		

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

Nous décrirons maintenant d'une manière très succincte quelques échantillons étudiés simplement par montage direct des parties fines du tamisage. Il ne saurait être question de parler de statistique dans ces conditions. Voici simplement la liste des minéraux lourds observés.

Morigny. (Près d'Étampes.) Zircon abondant, staurotide, disthène, grenat, rutile, glauconie, monazite.

Moulin de Valnay. (Vallée de la Chalouette, région d'Étampes.) Zircon très abondant, rutile, anatase, brookite, disthène, andalousite, staurotide, tourmaline.

Moulinveau. (Vallée de la Chalouette.) Zircon, grenat, rutile, monazite relativement abondante, staurotide, tourmaline, andalousite.

Feucherolles. (Région de Poissy.) Mica très abondant[1], staurotide, zircon, tourmaline, anatase, rutile, disthène.

Conclusions de l'étude des minéraux lourds.

De l'examen du tableau A (page 147), on peut essayer de dégager quelques résultats : la richesse et la variété en minéraux lourds (teneur moyenne voisine de 0,5 %) et l'homogénéité de l'ensemble.

Notons que les faunes stampiennes possèdent le même caractère d'homogénéité. Il apparaît cependant de petits bassins où la sédimentation présente quelques caractères individuels assez marqués. Nous avons souligné plus haut ces caractères de parenté entre certains gisements : Nord du Bassin, Houdan-Richebourg, région d'Étampes (Stampien inférieur), gisements parallèles à la côte d'Éclimont et d'Ormoy (Stamp. sup.).

L'examen des valeurs numériques des pourcentages attire l'attention sur quelques rapports. Le rapport zircon/rutile varie peu dans toute la série. Pour le Stampien inférieur il est compris entre 2 et 3. Il est un peu plus élevé pour le Stampien supérieur (voisin de 4). Un seul gisement présente ce rapport plus petit que 1 (Houdan). Il n'y a pas constance dans les rapports qu'ont entre eux les éléments métamorphiques. La proportion de tourmaline est de même variable et sans relation avec celle des autres minéraux.

Mais les résultats les plus intéressants sont certainement ceux que l'on peut tirer de la nature même des minéraux. La rareté

1. Lacroix. Minéralogie de la France, t. I, p. 353.

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

du grenat (sauf à Etampes) est digne de remarque. Le grenat est en effet un minéral très banal dans les concentrés des sables de plage ou les alluvions de rivières. Il est en particulier très abondant dans les alluvions de la Loire.

Ce matériel apparaît d'origine principalement métamorphique. Les sédiments sparnaciens dont les roches mères sont surtout des roches éruptives, sont ainsi exclus, au moins en grande partie, comme origine des sables stampiens. Il y a, par contre, ainsi que l'a souligné M. Cayeux, une parenté évidente avec les sédiments thanétiens, dont l'origine, à partir de roches métamorphiques, est également bien marquée dans le Bassin parisien. Parmi les minéraux métamorphiques, un des plus instructifs est sans contredit le disthène. Ce minéral est en effet inconnu dans les roches des Vosges. Il est peu abondant dans le Massif central (en particulier, les alluvions de la Loire, reflet fidèle de la composition pétrographique du bassin ligérien, n'en renferment que très peu). On le connaît par contre en Bretagne. Ce résultat concorde avec les observations stratigraphiques. Un courant d'origine armoricaine paraît donc probable.

Observations de sables en plaques minces

Quartz à inclusions solides, et quartz à inclusions liquides ou gazeuses paraissent à égalité dans l'ensemble des préparations. Les quartz à extinction roulante sont fréquents (Montlhéry, Etampes, Stamp. inf., Beaumont, Stamp. sup., etc.). A côté de ces quartz provenant des séries cristallines, on voit de très nombreux fragments de quartzites roulés. Leur présence, bien que très banale (nous en avons vu dans toutes les préparations) n'avait pas encore été signalée dans les sables stampiens. Mais dans les grès stampiens M. Cayeux a déjà indiqué l'existence de fréquents « agrégats de quartz » [1]. Ces agrégats sont donc antérieurs à la consolidation du grès. Ils révèlent qu'aux roches originelles cristallines, il faut ajouter des quartzites.

Parmi les minéraux légers, il faut signaler : la muscovite, séparée en partie seulement par le bromoforme, et qui existe parfois en très grande abondance ; des feldspaths (orthose, microcline, plagioclases), parfois altérés mais aussi parfois en très bon état (Saint-Michel d'Etampes, Montlhéry, Fontenay-aux-Roses). La glauconie en certains points abonde (Montlhéry, Fontenay) alors qu'ailleurs elle est très rare ou absente.

1. L. Cayeux. Structure et origine des grès du Tertiaire parisien, *Gites minéraux de la France*, 1906, p. 81.

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

Certains sables contiennent de petits fragments de roches : pegmatite à Beaumont, roche gneissique à Montlhéry, d'assez fréquents éclats de silex (Montlhéry, Beaumont, Faubourg Saint-Michel d'Étampes, etc.), un fragment de meulière dans le Stampien inférieur à Montlhéry. Il doit s'agir vraisemblablement de Meulière de Brie dont la silicification aurait été ainsi faite avant le Stampien.

Dans quelques cas il faut signaler un fond argileux important : dans le Stampien inférieur de Montlhéry, de Fontenay, de Saint-Witz, de Cormeilles-en-Parisis. Dans quelques cas la proportion d'argile peut atteindre 22 % (Saint-Witz).

II. ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE. MORPHOLOGIE DES GRAINS DE QUARTZ

Nous avons effectué l'analyse granulométrique au Laboratoire de Géologie de la Sorbonne. Nous indiquons brièvement la technique employée.

Les dimensions des mailles du jeu de tamis utilisé s'échelonnent entre 2,3 mm. et 0,055 mm. [1]. Nous avons tamisé tous les sables étudiés dans des conditions aussi identiques que possible, avec pour chaque opération même durée de tamisage. Les pesées ont été effectuées au centigramme. Nous avons utilisé chaque fois 50 gr. de sable. Les résultats seront donnés doublés, de manière à fournir directement les proportions pour cent.

Le mode de représentation graphique choisi est la représentation déja utilisée par de nombreux auteurs. En abscisses nous portons les dimensions des mailles, et en ordonnées, pour chaque tamis, la somme des masses recueillies sur ce tamis et ceux qui précèdent ou, ce qui revient au même puisque nous rapportons les résultats à une masse totale de 100 gr., la masse % des grains de taille supérieure à la dimension de maille du tamis considéré. La courbe représente donc la fonction $m = f(x)$, x étant la maille du tamis et m la masse des grains de dimension supérieure à x. Nous n'avons pas choisi la représentation qui consiste à porter x en abscisses et en ordonnées la masse recueillie dans chaque tamis. Cette représentation est cependant la plus proche des résultats expérimentaux et la plus simple, mais elle a l'inconvénient de donner une courbe qui dépend du jeu de tamis utilisé, ce qui

1. MM. J. Bourcart et Frolow nous ont donné de précieuses indications sur les tamis à employer. Nous les prions de trouver ici nos remerciements.

Le jeu de tamis fourni par le constructeur présentait une anomalie que la mesure des mailles au micromètre nous a révélée. Les numéros croissants marqués sur les tamis correspondent normalement à des dimensions de mailles décroissantes. Or le tamis 120 a une maille de 0,12 mm. et le tamis 140 de 0,14 mm. Ces deux tamis ont donc dû être intervertis.

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

rend quelque peu difficile la comparaison des résultats obtenus par divers chercheurs.

Nous n'avons pas pris non plus la représentation que A. Rivière a proposée[1]. Il nous a paru en effet que la courbe $m = f(x)$ que nous adoptons en coordonnées cartésiennes est aussi sensible aux modalités géologiques diverses des sables que la courbe en coordonnées polaires adoptée par A. Rivière. De plus la courbe $m = f(x)$ reste plus proche des résultats acquis par l'expérience.

Enfin, dans les courbes que nous construisons, nous n'employons pas les coordonnées logarithmiques afin que la forme de la courbe puisse donner lieu à une interprétation plus immédiate[2].

Nous réunirons en plusieurs groupes, qui correspondent à des types différents, les divers échantillons de sables stampiens tamisés.

1) Les sables marins fossilifères du Stampien.

Les sables étudiés ont été prélevés dans les couches fossilifères classiques des environs d'Étampes :

niveau de Jeurre, à Jeurre ;

niveau supérieur des sables gris, à Morigny ;

niveau de Pierrefitte, à Pierrefitte ;

niveau d'Ormoy, à Ormoy.

Un sable marin côtier actuel provenant de Deauville a été étudié comme terme de comparaison.

Les masses de sable retenues dans les tamis successifs sont indiquées dans le tableau 1 ci-après, exprimées en grammes pour 100 gr. de masse totale.

On voit dans ce tableau que les sables marins stampiens étudiés présentent plusieurs maxima importants, ce qui se traduit par plusieurs points d'inflexion sur les courbes de la figure 1. *Les courbes des sables marins stampiens sont donc sinueuses.* Le sable de Pierrefitte est beaucoup plus grossier que ceux des autres faluns d'Étampes (courbe située vers les grandes valeurs de x) et correspond à des matériaux beaucoup moins classés

1. A. Rivière. L'interprétation rationnelle des spectres de tamisage des sédiments sableux et la signification géologique des diagrammes *CR. Ac. Sc.*, t. 204, p. 441-443.

A. Rivière. La constitution granulométrique des sédiments sableux et les grandes lignes de leur évolution dans les différents milieux géologiques. *CR. Ac. Sc.*, t. 204, p. 703-705.

2. D'autres modes de représentation ont été proposés, notamment par P. Niggli. (P. Niggli. Die Charakterisierung der klastischen Sedimente nach der Kornzusammensetzung. *Schweiz. Min und Petr. Mitteil.*, Band XV, Heft 1, 1935, p. 31-38).

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

TABLEAU I. — **Résultats des tamisages de sables marins stampiens et actuels.** (Masse de sable recueillie dans chaque tamis.)

Numéro des tamis	Dimensions des mailles en mm.	*Jeurre*	*Morigny*	*Pierrefitte*	*Ormoy*	*Deauville* (actuel)
25	0,75			0,82		1,66
40	0,43		0,02	12,36		7,04
60	0,28	2,06	0,84	27,84		15,54
80	0,20	6,24	3,46	32,96		15,90
100	0,18	5,20	3,22	9,84	0,48	41,24
140	0,14	10,20	4,10	7,02	1,84	15,26
120	0,12	6,84	3,52	1,20	17,18	1,86
160	0,10	17,48	22,84	4,68	59,44	0,96
180	0,097	2,18	6,92	0,80	2,60	0,52
200	0,085	17,84	7,84	0,96	13,64	
240	0,063	11,08	25,28	0,24	2,84	
260	0,056	15,76	17,46	0,28	1,20	
300	0,055	1,92	1,70	0,08	0,10	
masse de sable ayant traversé tous les tamis		2,20	0,80	0,06	0,30	
Totaux.		99,00	98,00	99,14	99,62	99,98

(courbe très inclinée). Le sable d'Ormoy est celui qui comporte le plus de classement (courbe très relevée sur l'axe des abscisses).

Le sable marin de Deauville ne présente qu'un maximum (courbe à un seul point d'inflexion), ce qui est une exception parmi les sables actuels de plage où l'on note en général plusieurs maxima, comme l'a indiqué M. Prenant[1].

1. M. PRENANT. L'analyse mécanique des sables littoraux et leurs qualités écologiques. *Archives de Zoologie expérimentale et générale.* Volume jubilaire, tome 74, 1932, p. 586 et suivantes, fig. 1 à 7.

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

Le sable de Deauville, au point de vue de la grosseur des matériaux et de leur degré de classement, se rapproche beaucoup du sable de Pierrefitte, ce qui est en accord avec le caractère très littoral de la faune stampienne de ce dépôt.

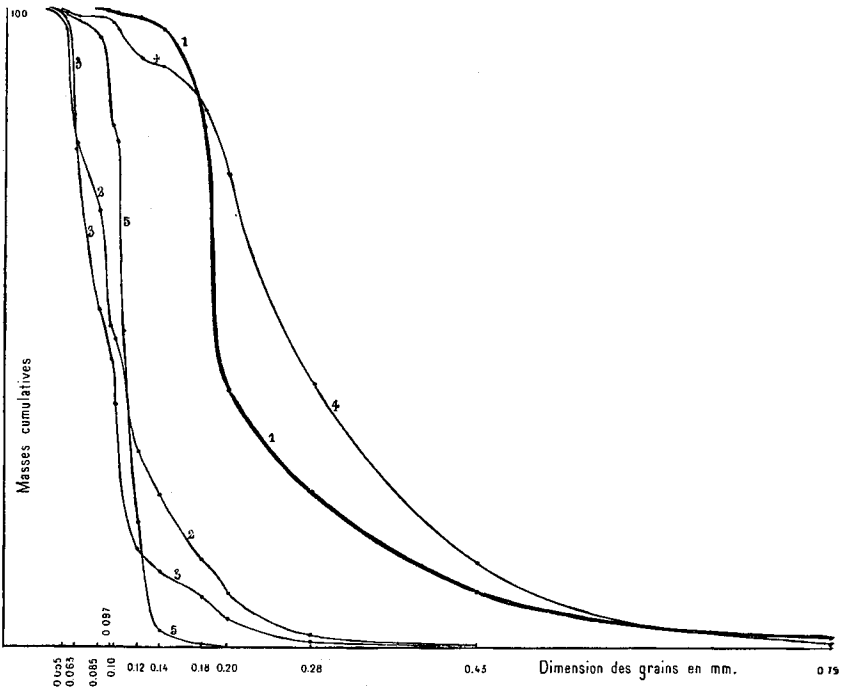


Fig. 1. — Courbes de tamisage de sables marins (stampiens et actuel).
1. Sable actuel de la plage de Deauville.
2. Falun de Jeurre.
3. Falun de Morigny.
4. Falun de Pierrefitte.
5. Falun d'Ormoy,

Examinés au microscope binoculaire, les sables de Jeurre, Morigny, Pierrefitte, Ormoy présentent avec beaucoup de netteté les caractéristiques des sables marins : forme anguleuse des quartz, leur aspect hyalin, cassures fraîches très fréquentes (Planche XI, fig. 2 et 3).

2) **Les sables du sommet du Stampien.**

Des considérations stratigraphiques nous ayant conduits à envisager l'installation d'un régime dunaire sur le Bassin parisien à la fin du Stampien, nous avons recherché si des sables recueillis à l'extrême sommet du Stampien en des points divers du Bas-

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

sin, corroboraient ces conceptions par leurs caractères pétrographiques. Les sables étudiés proviennent des localités suivantes :

Chauvry (Butte de Montmorency). Sable rose.

Septeuil (Feuille d'Évreux). Sable ocre rose.

Environs de *Versailles* (Route de Versailles à Choisy-le-Roi). Sable rouge.

La Forêt-le-Roi (Feuille de Melun). Sables mauves superposés à des argiles au sommet du Stampien.

Ormesson (Sud de Nemours). Sable blanc, en contact avec les grès.

TABLEAU 2. — **Résultats des tamisages de sables du sommet du Stampien et de sables éoliens actuels.**

Numéro des tamis	Dimensions des mailles en mm.	*Chauvry*	*Septeuil*	*Versailles*	*La Forêt le Roi*	*Ormesson*	*Cayeux* (actuel)	*Le Crotoy* (actuel)	*Le Pyla* (actuel)
25	0,75	0,14	0,04		0,08			0,08	0,10
40	0,43	0,16	0,18	0,12	0,22	0,24	0,40	0,16	4,64
60	0,28	1,30	2,16	3,64	2,80	4,44	12,70	2,06	45,76
80	0,20	18,12	5,44	24,04	34,38	42,82	71,80	37,08	42,76
100	0,18	26,86	8,30	22,62	24,34	19,84	13,30	38,00	4,60
140	0,14	38,82	29,80	35,80	24,80	22,20	1,40	17,44	1,36
120	0,12	6,76	21,00	7,92	2,64	2,46	0,12	1,94	0,12
160	0,10	6,46	21,18	3,34	5,12	6,58	0,06	2,48	0,18
180	0,097	0,58	2,30	0,40	0,52	0,46	0,06	0,26	0,06
200	0,085	0,48	6,00	0,16	0,98			0,16	
240	0,063	0,12	1,44	0,18	0,48				
260	0,056	0,14	0,60	0,30	0,92				
300	0,055	0,02	0,10	0,12	0,52				
Ayant traversé tous les tamis			0,98	0,30	1,10				
Totaux.....		99,96	99,52	98,94	98,90	99,04	99,84	99,66	99,58

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

Des sables éoliens actuels ont été étudiés comme matériel de comparaison : des dunes de la Manche (Cayeux, Le Crotoy) où des échantillons ont été prélevés par A. Cailleux[1] ; de la grande dune du Pyla, à l'entrée du Bassin d'Arcachon. Il nous a paru qu'il convenait de comparer les sables des dunes stampiennes à ceux des dunes marines actuelles parce que, dans les deux cas, le matériel dunaire est emprunté à des sables marins, plutôt qu'à ceux des dunes désertiques du Sahara dont le sable provient surtout de dépôts fluviatiles. La marque du matériel originel reste en effet très forte dans les sables éoliens.

Le tableau 2, p. 154, donne les résultats des tamisages pour ces divers sables.

Les sables dunaires actuels, comme on le voit dans les 3 dernières colonnes de ce tableau, n'ont qu'un maximum important. Les courbes correspondantes (fig. 2) ne présentent qu'un point

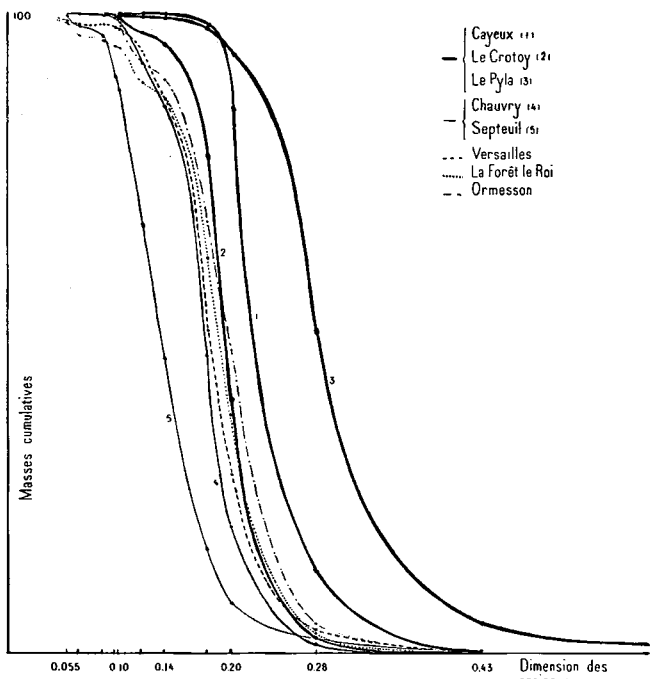


FIG. 2. — Courbes de tamisage de sables dunaires actuels (Cayeux, Le Crotoy, Le Pyla), et de sables du Stampien terminal (Chauvry, Septeuil, Versailles, La Forêt-le-Roi, Ormesson).

1. Nous exprimons nos vifs remerciements à A. Cailleux pour l'amabilité avec laquelle il nous a envoyé des échantillons du matériel qu'il a recueilli et sur lequel il poursuit de son côté des recherches pétrographiques.

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

d'inflexion bien marqué. *Les courbes des sables des dunes maritimes actuelles étudiées sont régulières, sans sinuosités ou à sinuosités très atténuées.*

On remarque aussi que ces courbes sont sensiblement symétriques par rapport à leur point d'inflexion et fortement relevées. Ceci traduit le fait que la presque totalité des grains se groupe autour d'une certaine dimension, et que les écarts de taille et de masse au-dessus et au-dessous de cette dimension optimum sont du même ordre. Ces sables dunaires sont remarquablement homogènes. Toutefois la courbe du sable éolien du Crotoy présente une sinuosité dans les parties fines du sédiment.

Les parties prélevées au sommet du Stampien, dans les localités ci-dessus indiquées, donnent des courbes de même forme et même inclinaison que celles des dunes maritimes étudiées (fig. 2). La plupart cependant correspondent à une moins parfaite homogénéité, présentant en effet de légères sinuosités dans les parties fines du sable, mais il s'agit de variations de faible importance, de même allure que celles du sable du Crotoy, qui n'altèrent pas le caractère général de la courbe.

En résumé, *les sables marins des faluns du Stampien et les sables de la partie terminale de l'étage donnent des courbes appartenant à deux familles nettement différentes. Les courbes du Stampien terminal sont remarquablement semblables entre elles et semblables à celles des dunes maritimes actuelles de l'embouchure de la Somme et du Bassin d'Arcachon.*

Dans l'examen au microscope binoculaire, on reconnaît l'origine éolienne d'un sable, d'après M. Cayeux, aux caractères suivants [1] :

1) si les éléments sont suffisamment gros, ils ont pu rouler et frotter les uns contre les autres. Ils sont alors *arrondis* et *dépolis*.

2) s'ils sont plus petits, ils peuvent rester en suspension dans l'air sans frotter autant les uns sur les autres. Alors ils gardent une forme anguleuse. Toutefois l'origine éolienne est révélée par une absence absolue d'arêtes aiguës et par un *polissage* général de la surface.

Parmi les sables de dunes actuelles que nous avons examinés, celui du Pyla est formé d'éléments du premier type. Comme on le voit sur la courbe de la fig. 2, pour la presque totalité les grains sont compris entre 0 mm. 24 et 0 mm. 35. Tous ces grains ont été assez gros et assez lourds pour avoir roulé les uns

1. L. Cayeux. Roches siliceuses, *op. cit.*, p. 79.

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

sur les autres et pour présenter un aspect remarquable par le dépoli et la forme globuleuse des grains (planche XII, fig. 1).

Les sables dunaires de Cayeux et surtout de Crotoy ont des grains qui, pour la plupart, ont une taille plus faible. Pour le sable du Crotoy par exemple la taille est de l'ordre de 0 mm. 19. Or seuls quelques-uns présentent le bel aspect des quartz du Pyla ; ils sont peu nombreux comparativement aux grains anguleux et c'est la deuxième catégorie d'éléments, anguleux mais polis, qui domine nettement. Dans ces sables l'aspect éolien est infiniment moins frappant au microscope que dans les sables du Pyla (planche XII, fig. 2).

Nous n'avons pas trouvé de sable analogue à celui du Pyla dans les sables prélevés au sommet du Stampien. Le graphique 2 montre d'ailleurs que ce sont des sables où la dimension des grains formant la masse principale du sable est du même ordre que pour le sable du Crotoy ou plus faible (autour de 0 mm. 19 pour la majorité d'entre eux). Pour mettre plus nettement en évidence la morphologie éolienne des quartz des sables stampiens, nous avons profité du tamisage pour examiner séparément au microscope les grains les plus gros (taille supérieure à 0 mm. 20). Le caractère éolien est alors manifeste, par exemple à Ormesson (pl. XII, fig. 3). Dans ce sable on voit des quartz aussi beaux que ceux du sable du Pyla.

Pour l'ensemble des sables du sommet du Stampien, si les gros éléments ne sont pas toujours parfaitement arrondis (et cela doit tenir sans doute à ce qu'ils n'étaient pas nombreux à rouler les uns sur les autres), ils ont toutefois des contours très mous.

Les éléments de plus petite taille, de beaucoup les plus abondants, demeurent anguleux mais en général leurs arêtes sont émoussées et leurs faces polies.

L'usure éolienne est plus marquée dans certains sables étudiés que dans d'autres. Elle est assez grande à Ormesson, moins grande à Chauvry, à Versailles. Elle est assez faible à La Forêt-le-Roi et à Septeuil. La parenté de tous ces sables paraît d'ailleurs bien indiquée par les résultats de l'analyse granulométrique.

3) **Les Sables à galets de Saclas.**

Les Sables à galets de Saclas constituent, dans le Stampien supérieur de la région d'Étampes, des dépôts littoraux de la mer stampienne en voie de régression vers le Nord [1]. Cette formation

1. H. Alimen. *Op. cit.*, p. 106.

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

présente plusieurs lits gris ou mauves à stratification entrecroisée. Nous avons étudié deux sables provenant de ces niveaux gris, l'un prélevé à Moulinveau, l'autre à Beaumont [1] dans la haute vallée de la Chalouette. Nous joindrons à ces deux échantillons un troisième, différent par son aspect et les conditions stratigraphiques, prélevé au-dessus du Moulin de Valnay, aux environs de Pierrefitte. C'est un sable blanc, fin, provenant d'une poche non consolidée de la table de grès qui existe en cet endroit sur la rive droite de la Chalouette.

Dans l'histoire du Stampien terminal, l'un de nous a été amené à considérer que les grès sont localisés sous les sommets et les flancs de dunes dont le matériel est un remaniement superficiel des Sables à galets de Saclas.

L'étude pétrographique qui suit paraît d'accord avec ces considérations.

Les masses recueillies dans les tamis successifs sont indiquées dans le tableau 3 de la p. 159.

Ces résultats sont traduits par le graphique de la fig. 3, p. 160. Ces courbes se différencient des courbes des fig. 1 et 2.

Envisageons d'abord les deux sables mauves à stratification entrecroisée de la formation de Saclas (Moulinveau, Beaumont). Les courbes montrent que ces sables sont beaucoup plus grossiers que ceux de la fig. 2, les éléments de dimensions supérieures à la maille du tamis 80 étant ici abondants. De plus ces courbes sont beaucoup moins relevées sur l'axe des abscisses que celles de la fig. 2, ce qui indique un classement très peu poussé des éléments.

Il est très probable que les sables mauves à stratification entrecroisée de Moulinveau et de Beaumont ont été déposés au voisinage immédiat d'un rivage. Ce sont des sables très littoraux. Ils ont d'ailleurs été quelque peu soumis à l'action du vent, ainsi qu'en témoigne l'examen au microscope binoculaire, soit que cette action se soit exercée au moment de leur dépôt sur le rivage, soit que leur dépôt ait été immédiatement suivi d'une émersion [2].

La courbe du sable blanc prélevé dans l'une des poches de grès au-dessus du moulin de Valnay révèle qu'il est beaucoup plus classé que les sables mauves, sans l'être toutefois autant que ceux de la fig. 2. Il présente, parmi des grains dont la taille

1. ALIMEN. *Op. cit.* Coupe à Moulinveau, p. 93, fig. 12 (couche num. 5). Coupe à Beaumont (zone à stratification entrecroisée de la deuxième coupe signalée, p. 99).

2. Les considérations d'ordre stratigraphique suggèrent plutôt cette deuxième hypothèse (H. ALIMEN, thèse, p. 95).

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

TABLEAU 3. — **Résultats de tamisages de sables mauves du Stampien supérieur** (Sables à galets de Saclas) **et d'un sable du Stampien terminal** (région d'Étampes).

Numéro des tamis	Dimensions des mailles en mm.	*Moulinveau*	*Beaumont*	*Moulin de Valnay*
16	1,34		0,82	
25	0,75	5,06	3,16	0,04
40	0,43	20,04	10,82	0,90
60	0,28	20,84	12,26	8,24
80	0,20	19,28	25,82	9,96
100	0,18	9,54	12,88	8,94
140	0,14	11,04	18,46	39,50
120	0,12	2,04	4,94	17,98
160	0,10	7,26	8,20	11,56
180	0,027	1,06	0,9	0,94
200	0,085	2,44	0,86	1,14
240	0,063	0,22	0,06	0,10
260	0,056	0,10	0,04	0,06
300	0,055	0,04		0,02
Totaux..	.....	98,96	99,28	99,38

est comprise entre 0 mm. 75 et 0 mm. 43, des grains nettement arrondis et dépolis (planche XII, fig. 4).

Ici, comme toujours, les grains de petite taille ne sont ni arrondis ni dépolis, mais à angles émoussés. C'est un sable nettement éolien.

Il semble donc que l'on puisse dire que, pour les sables prélevés à Beaumont et à Moulinveau dans les zones mauves à stratification entrecroisée, la marque principale est celle imprimée

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

par les conditions de dépôt dans des courants marins très littoraux, avec une action éolienne superposée très faible. Pour le sable incorporé au grès des environs du Moulin de Valnay, l'action éolienne est nettement plus forte. Le classement des éléments constituants est plus nettement accentué et l'usure éolienne des grains plus marquée.

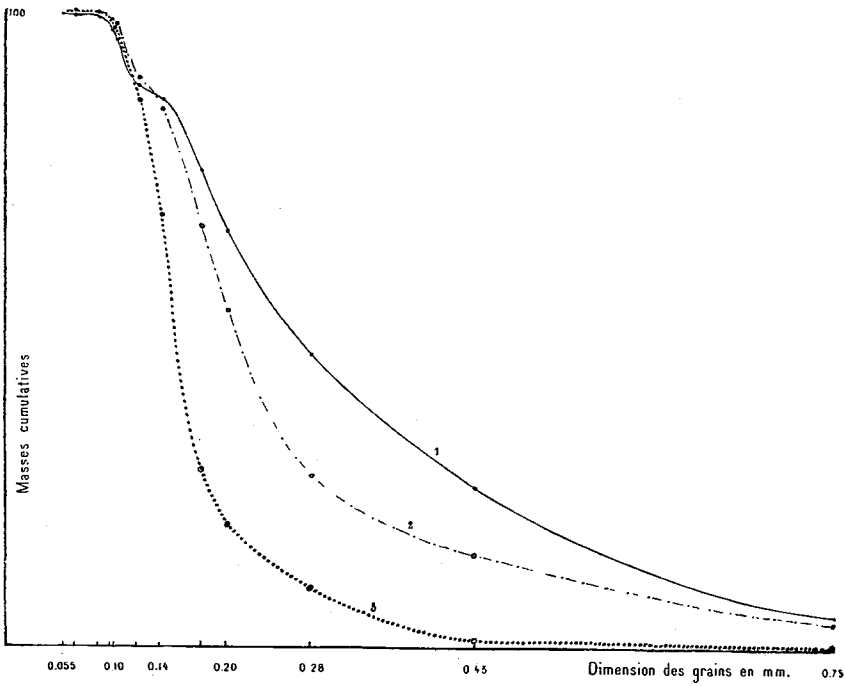


FIG. 3. — Courbes de tamisages de sables mauves provenant des Sables à galets de Saclas. (1 : Moulinveau, 2 : Beaumont), et d'un sable du Stampien terminal prélevé dans la même région (3 : Moulin de Valnay).

Le sable du Moulin de Valnay, emprunté par le vent aux sables à galets de Saclas, porte encore cependant la marque de son origine (courbe intermédiaire entre celles de Moulinveau-Beaumont et celles de la fig. 2).

Conclusions de l'étude granulométrique et morphologique.

L'analyse granulométrique des échantillons de sables stampiens étudiés fournit des courbes se classant en trois familles :

1) Les *sables marins*, prélevés dans les couches fossilifères,

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

qui ont donné des *courbes sinueuses à plusieurs points d'inflexion*.

2) Les sables du sommet du Stampien, dont les courbes sont d'une part très semblables à celles qui représentent les sables de dunes marines actuelles de la Manche et de l'Océan, *courbes très régulières et symétriques par rapport à leur point d'inflexion*, et d'autre part remarquablement apparentées entre elles.

3) Les sables des zones à stratification entrecroisée de la formation de Saclas, qui donnent une troisième famille de courbes, beaucoup moins redressées.

Il nous semble nécessaire de souligner qu'il ne doit pas être possible de caractériser tel ou tel agent de dépôt par une forme déterminée de courbe. Il existe certainement des sables marins donnant des courbes à un seul point d'inflexion et très redressées comme celles de la fig. 2 [1]. On ne peut donc pas, du seul examen des courbes données par l'analyse granulométrique, tirer des conclusions sur l'origine du dépôt. Il est nécessaire d'utiliser concurremment l'étude de la morphologie des grains et toutes les données stratigraphiques, et même, nous semble-t-il, de donner plus d'importance à ces données qu'aux résultats des tamisages.

Toutefois l'étude granulométrique présente une utilité réelle. Appliquée, comme nous avons essayé de le faire, à des sables d'un même bassin et d'une même époque, elle permet de grouper les niveaux ayant un mode analogue de dépôt (divers faluns, fig. 1), ou bien, suivant un même niveau, de rechercher les régions où des conditions analogues se sont installées (Sables à galets de Saclas d'une part, sables dunaires du sommet du Stampien d'autre part).

1. Nous avons obtenu une telle courbe avec un sable blanc d'un niveau sans fossiles du Stampien inférieur (sablière du Gibet, au faubourg Saint-Michel d'Étampes). Ce sable, par ses caractères morphologiques paraît être marin. Par ailleurs nous avons étudié un sable provenant de la plage du Crotoy qui donne une courbe extrêmement voisine de celle du sable de la dune, mais légèrement décalée à gauche. Nous avons étudié également un sable des Passes du Bassin d'Arcachon. Ce sable a été prélevé dans les dépôts instables que l'Océan forme à l'entrée du Bassin d'Arcachon, face à la dune du Pyla, et qu'il remanie sans cesse. Or il donne lui aussi une courbe très voisine de celle du sable de la dune et un peu décalée à gauche. Examinés au microscope, le sable marin de Cayeux et surtout le sable marin de l'entrée du Bassin d'Arcachon, se révèlent comme très riches en grains nettement éoliens. Il s'agit là de formations d'origine complexe.

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

EXPLICATION DES PLANCHES XI ET XII

Planche XI

Fig. 1. — Minéraux lourds. Sable stampien de Villiers-sous-Gretz. Montage au baume. Gross. 45.
Fig. 2. — Sable marin actuel, décalcifié, de la plage de Deauville, Gross. 45.
Fig. 3. — Sable marin stampien du falun de Morigny. Gross. 45.

Planche XII

Fig. 1. — Sable éolien actuel. Dune du Pyla. Gross. 25.
Fig. 2. — Sable éolien actuel. Dune du Crotoy. Gross. 25.
Fig. 3. — Sable éolien stampien. Les grains les plus gros ont été séparés et seuls figurés. Ormesson. Gross. 25.
Fig. 4. — Sable éolien stampien. Les grains les plus gros sont seuls figurés. Moulin de Valnay. Gross. 25.

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

Le Djebel Lakhdar et le terrain des Gour (Maroc oriental)

par **P. Russo** [1].

Le Djebel Lakhdar, la plus haute montagne de la partie marocaine de la Bordière des Hauts-Plateaux, culmine à 1.919 m., atteignant presque les 2.082 m. du Dough par lequel cette chaîne passe en Algérie.

Dès 1921, j'ai commencé à l'étudier et j'en ai publié en 1926 [2] une coupe et une description sommaire. Les observations étaient alors rendues précaires par les conditions pénibles de circulation. Depuis, des voies accessibles aux automobiles permettent de rapidement se transporter à pied d'œuvre et consacrer à l'observation tout le temps désirable. Aussi, ai-je pu, à diverses reprises, de 1934 à l'heure actuelle, parcourir très en détail les abords du Lakhdar. Des faits nouveaux se sont montrés, d'autres, connus déjà, se sont éclairés différemment et je puis donner aujourd'hui une description de la situation stratigraphique du Lakhdar qui modifie assez considérablement la signification que je lui avais attribuée jadis et ses rapports avec les terrains rouges des Gour qui couvrent une grande partie du SE marocain.

Constitution du Lakhdar.

Cette montagne, qui domine de haut tout le pays avoisinant et qu'on aperçoit de plusieurs dizaines de kilomètres à la ronde surgissant au-dessus des monts voisins, est essentiellement un vaste tremplin (4 km. d'E en W, 6 km. du N au S), à pente très douce vers le Nord, en direction des Hauts Plateaux, extrêmement abrupte vers le Sud où il domine de plus de 900 m. presque à pic la plaine du Tamlelt.

De la cote 900 à la cote 1300, il est constitué par des assises du Lias, du Jurassique et du Crétacé reposant, au pied de la montagne, sur des schistes paléozoïques. Les 600 m. restant sont constitués par un conglomérat à éléments atteignant 0 m. 50 de diamètre, par des poudingues plus ou moins bien cimentés, des sables, des grès, des argiles, des gypses et quelques bancs cal-

1. Note présentée à la séance du 3 mai 1937.
2. P. Russo. Recherches géologiques sur le Territoire des Haut-Plateaux. Thèse Lyon, 1926.

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

caires. Le tout est de coloration rouge, rosée ou parfois lie-de-vin, avec passées vertes ou gris verdâtre, et forme l'assise 1 du Lakhdar. Au-dessous, on trouve :

2) Conglomérats plus fins et lits gréseux ;
3) Conglomérats à blocs de 0 m. 10 en moyenne ;
4) Conglomérats fins ;
5) Grès rouges grossiers ;
6) Grès rouges fins.

Cet ensemble repose sur des calcaires verdâtres en plaquettes et des gypses, puis de nouveaux grès rouges, eux-mêmes superposés à des calcaires blancs ou gris et à des calcaires blancs avec nodules de silex, au-dessous desquels se montrent des marnes vertes gypseuses.

Examinant les attributions faites par Flamand, des conglomérats du Tademaït aux couches du Sénonien, j'avais cru jadis pouvoir admettre comme probable l'attribution au même groupe d'étages des conglomérats et grès du Lakhdar. Mes observations récentes montrent de façon certaine que : 1° Ces derniers dépôts sont formés aux dépens des calcaires du Turonien, des diverses assises crétacées et d'une partie du Jurassique. 2° Ils se continuent vers le N, l'E et l'W avec les dépôts rouges du Tigri et des Hauts-Plateaux (terrain des Gour de Flamand). 3° Ils sont formés d'éléments d'autant plus gros qu'on les examine plus au Sud. 4° Ils admettent dans leur partie basse des couches à gypse sur quoi reposent transgressivement les couches à *Melania Depereti* que j'ai jadis décrites sans pouvoir en indiquer la position. 5° Ils sont lithologiquement semblables au terrain des Gour du voisinage.

1° *Présence de fragments provenant du Turonien, des niveaux divers du Crétacé et du Jurassique.*

Le Turonien est connu dans la région des Hauts-Plateaux et dans celles situées plus au Sud et plus à l'Ouest, sous forme de calcaires à silex souvent très compacts et durs, constituant des barres puissantes qu'il est souvent difficile de séparer du Cénomanien. Dans certaines régions nord-sahariennes il est surmonté de Sénonien. Dans le Tademaït, à In Sokki, Flamand montre ce dernier comme formé de bas en haut par des assises non sans analogie avec celles du Lakhdar[1] (pp. 638-645), ce qui m'avait

1. G. B. M. Flamand. Recherches géologiques et géographiques sur le Haut-pays de l'Oranie et le Sahara. Thèse Lyon. 1911.

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

frappé jadis, mais l'examen détaillé des conglomérats du Lakhdar les montre formés dans toute leur épaisseur de débris provenant du Crétacé ou du Jurassique, alors qu'au Tademaït ces débris sont très localisés.

De plus, les poudingues du Tademaït forment, dit Flamand, la hammada sur un long développement le long de l'Oued In Sokki. Ils ont 15 m. de puissance environ et reposent sur des calcaires sans silex par l'intermédiaire des grès. Ici, les poudingues ont 600 m. de puissance et reposent sur les calcaires du Cénomano-Turonien par l'intermédiaire d'une série d'assises de grès blancs ou rouges avec intercalation d'une assise de calcaires gris et de gypses. Il y a donc une nette distinction à faire entre le Lakhdar et le Tadmaït. Remarquons en outre que les mêmes cailloux provenant des divers étages du Crétacé et du Jurassique, en particulier des calcaires turoniens à silex, se rencontrent dans toute l'étendue du terrain des Gour dans la région allant du Lakhdar au pied du massif de Tendrara ou au Tigri et qu'il n'est pas possible de faire de coupure lithologique entre les diverses couches contenant ces silex.

2° *Continuité des couches du Lakhdar avec le terrain des Gour du Tigri.*

La vaste étendue des sables à alfa qui recouvre tout le pays au N, au NW et à l'E du Lakhdar masque les terrains en place et on ne peut être rigoureusement affirmatif touchant la continuité. Des témoins de quelques centaines et parfois de quelques dizaines de mètres jalonnent le passage des couches du Lakhdar à celles du Tigri et ces couches étant subtabulaires, il est bien peu vraisemblable que la continuité soit rompue par des accidents se produisant juste aux endroits masqués et jamais dans ceux où on peut suivre à l'œil les assises. Mais on n'est cependant pas en droit d'affirmer cette continuité de façon absolue.

Ces réserves faites, nous dirons qu'on peut très commodément suivre du Lakhdar à Hassi el Aricha les couches de conglomérats correspondants à l'assise 3) de la coupe du Lakhdar. Les assises plus haut ou plus bas situées, sont le plus souvent détruites par l'érosion ou cachées sous les atterrissements. Cependant on voit apparaître au-dessus de l'assise 3, les assises 2 et 1 dans les témoins situés au NE du Lakhdar en direction d'Hassi el Aricha. Plus loin vers le NE au-dessus de l'assise 1, des sables et grès rouges se montrent, qui poursuivent vers le Tigri la continuité des assises.

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

A l'Est d'Hassi el Aricha, en effet, apparaissent peu à peu au-dessus des assises 2 et 1, les sables avec cailloutis et les grès à conglomérats fins des termes supérieurs du terrain des Gour de Flamand (Oligo ?-Miocène). Enfin, dans le Tigri, au voisinage de Hassi el Kelb se montre de place en place, quand l'érosion est descendue assez bas, l'assise 1 sous la série des couches de débris fins, seules visibles dans la plus grande partie des affleurements du terrain des Gour. Il semble bien que la continuité apparaisse nettement.

3° *Examen des dimensions des éléments des conglomérats.*

L'impossibilité où j'avais été jadis de suivre pas à pas les bancs de conglomérats du Lakhdar jusqu'au voisinage du Tigri, m'avait incité à opposer les dimensions considérables des éléments des premiers à celles bien plus minimes de ceux des seconds et à y voir une diversité de nature. A l'heure actuelle, j'ai vu des conglomérats à gros éléments passer en allant vers le NE, à des couches à éléments de moins en moins volumineux, le ciment demeurant le même et les conglomérats des couches basses du Lakhdar qui reposent sur les calcaires blancs à silex se continuer avec les couches rouges du pied des Gour qui, près de la route de Bou Arfa à Tendrara, reposent aussi sur les calcaires à silex du Cénomano-Turonien, et dont les éléments constitutifs sont de dimension comparable à celles des éléments constitutifs des conglomérats du Tigri.

4° *Intercalation de couches à gypse.*

Les couches à *Melania Depereti* reposent directement sur les assises gypseuses intercalées dans les grès, au pied du Lakhdar, et sur les couches gréseuses, vers Hassi El Aricha.

D'autre part, dans le Cénomanien supérieur de Tendrara se rencontrent des assises gypseuses, très analogues à celles du Lakhdar, intercalées dans les grès rouges de cet âge qui reposent sur les calcaires à silex cénomaniens formant le premier kreb du plateau.

Mais l'examen des rapports qui se manifestent entre les assises de grès, de calcaires et de gypses dans l'ensemble de la région montre entre les divers termes stratigraphiques, des rapports tels que nous sommes conduits à interpréter les correspondances de niveaux suivant le tableau de parallélisme ci-après.

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

Klakh	Bou Arfa	Bou Lefsiouen	Lakhdar	Haouanit	El Ourak
			Conglom. et grès		
			Grès rouges		
			Grès blancs		
			Calc. en plaquettes		
			Gypse		
	Grès rouges		Grès rouges	Grès rouges	
	Calc. en plaquettes		Calc. gris	Calc. gris	
Grès rouges	Grès rouges		Grès rouges	Grès rouges	
Calcaires gris compacts		Calc. blancs			
Calc. à silex	Calc. à silex	Calc. compacts à silex	Calc. à silex	Calc. à silex	Calc. à silex
Calc. gris	Calc. jaunes	Calc. jaunes		Calc. compacts	
Marn. vertes	Marn. vertes	Marn. vertes		Marnes à gypse	Marnes à gypse
Gypses	Gypses				
Calcaires	Calcaires	Calcaires			Calc. jaunes
Grès rouges	Grès rouges	Grès calc.		Grès	Grès rouges
					Calc. noduleux roug.
					Conglomérat blanc

On remarque sur ce tableau, que malgré la présence du gypse et de grès rouges dans la série du Lakdar, on ne peut assimiler les séries successives de ses terrains à celles du Cénomano-Turonien des régions voisines et qu'on est obligé de les reporter plus haut, faisant correspondre les calcaires à silex de sa base à ceux du sommet de Bou Lefsiouen, ce qui, je l'ai pu vérifier sur le terrain, correspond à la position réelle de ces calcaires.

Dès lors, il n'est plus question que de savoir si les assises supérieures aux calcaires à silex turoniens sont d'âge Crétacé supérieur ou plus jeunes.

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

5° *Comparaison avec le terrain des Gour.*

L'élimination de la série gypseuse hors des terrains cénomano-turoniens implique le rattachement des couches rouges à conglomérats et grès soit au Crétacé supérieur soit au terrain des Gour qui existe au voisinage du Lakhdar.

Les ressemblances que j'avais cru remarquer autrefois avec le Sénonien du Tadmaït ne sauraient être conservées.

La comparaison avec le terrain des Gour peut-elle être admise ?

Le terrain des Gour tel que nous le voyons à quelques kilomètres du Lakhdar est peu découpé par l'érosion et ne nous montre que son extrême sommet, formé de grès rouges et de calcaires tuffacés, accompagnés de quelques cailloutis très fins. Son épaisseur visible n'excède généralement pas une dizaine de mètres ; ce sont là de bien mauvaises conditions pour établir une comparaison.

Plus à l'Est, dans le Tigri, les tranches visibles de terrain sont beaucoup plus considérables et on peut commencer à déterminer des séries d'assises.

Nous voyons dans le Tigri, de haut en bas :

1) Cal. blanc tendre avec par places comglomérats rouges ;
2) Grès rougeâtres à intercalations calcaires et silicieuses ;
3) Grès rouges fins sableux tendres ;
4) Grès rouges durs fins avec cailloutis, formant poudingue ;
5) Grès rouges avec bancs d'argiles gypseuses.

Ces couches semblent correspondre à celles de la série supérieure des assises du terrain des Gour de Brezina (où l'a décrit Flamand) (I, pp. 662-663). Or, au pays du Guir, le terrain des Gour offre dans presque toute son épaisseur des alternances de couches sableuses, gréseuses et gypseuses, pendant que les conglomérats à gros éléments continuent à occuper la base de la formation.

Mais Flamand fait remarquer que dans les grandes vallées sahariennes et les grands chotts, les assises gréseuses sont seules visibles, car ce n'est que sur les flancs de chaînes plissées que les assises basses, à conglomérats, se montrent, parce que redressées.

Or, dans le Lakhdar, une partie des terrains est légèrement redressée. De plus ils reposent dans une zone d'abaissement d'axe de la Bordière des Hauts-Plateaux, ce qui en fait un point d'inversion de relief, d'où large décapage des assises. Le Lakhdar

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

apparaît alors comme un temoin exceptionnel, isolé dans cette région, des puissantes assises de dépôts détritiques du terrain des Gour.

Si la puissance de ces assises qui se dressent dans le ciel, dominant tout le paysage, surprend, il suffit de remarquer que vers Brézina, la puissance totale de l'Oligo-Miocène est de 350 à 400 m., ordre d'épaisseur que présentent les couches rouges du Lakhdar.

6° *Résumé stratigraphique.*

Ces observations suivies longuement et pied à pied m'ont amené à abandonner l'idée que les conglomérats et grès qui, sur 500 m. environ, forment cette montagne soient sénoniens.

Des arguments de lithologie, de stratigraphie, de continuité, à défaut, malheureusement, d'arguments paléontologiqnes, m'obligent à rattacher cette montagne au terrain des Gour classé depuis Flamand, dans l'Oligo-Miocène. Les couches du Lakhdar passent latéralement à celles du Tigri. En quelques points, au voisinage d'Hassi el Haricha notamment, on voit les plus élevées de ces assises discordantes, comme celles des bords du Tigri, sous les couches rouges terminales et les calcaires lacustres du Mio-Pliocène.

Le Lakhdar se montre seul témoin en bordure des Hauts-Plateaux, de l'énorme puissance des accumulations détritiques qui se produisirent avant la surrexion de la Bordière. Dans cette zone, les conglomérats sont formés d'éléments plus gros que dans les autres régions où l'on connaît la base du terrain des Gour.

On peut en inférer que les accumulations se faisaient là aux dépens de massifs rapprochés des points où nous les voyons aujourd'hui. Le Tamlelt n'est autre chose qu'un anticlinal érodé, les assises d'âge secondaire l'ont enveloppé d'un vaste dôme dont les témoins se voient dans la Bordière, le Ghals et les montagnes de l'Ouest du Tamlelt ; il peut donc sembler vraisemblable que ce soit de ce dôme du Tamlelt que provienne la plus grande partie des dépôts du Lakhdar. Plus à l'Est et plus à l'Ouest, les surfaces anticlinales pouvant donner prise à l'érosion étaient moins étendues.

En outre, la présence exclusive de débris des terrains jurassique et crétacé dans les conglomérats du Lakhdar montre qu'avant les mouvements tectoniques qui ont donné sa forme actuelle au relief du pays, et ont intéressé le terrain des Gour, des plis-

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

sements avaient déjà amorcé des bombements anticlinaux soit sur l'emplacement des plis actuels soit à leur voisinage. Ces mouvements se sont produits au plus tôt après le Bajocien, puisque certains cailloux du terrain des Gour sont de cet âge, au plus tard avant l'Éocène supérieur, aucun terrain de cet âge n'étant connu dans la région

7° *Résumé tectonique et morphologique.*

Les dépôts mio-pliocènes sont discordants sur le terrain des Gour dans l'ensemble des Hauts-Plateaux (Flamand l'a montré pour l'Est et je l'ai signalé dans l'Ouest). Il est donc certain que des mouvements se sont produits après le dépôt du terrain des Gour. Ils sont attestés en particulier au Lakhdar par les couches à Mélanies transgressives sur les conglomérats et grès inférieurs.

Mais les dépôts des Gour se montrent aussi discordants sur leur substratum. Cette discordance est-elle tectonique? On voit dans les gorges de Falet les calcaires à silex du Turonien, sensiblement horizontaux dans toute leur étendue visible. Par contre les couches du Lakhdar offrent un pendage nord de l'ordre de 2 %. Ce pendage ne me paraît pas avoir autre cause que le transport par les cours d'eau sur les flancs de la chaîne dont le démentèlement a créé le terrain des Gour. Ce terrain est d'âge très mal déterminé. Je considérerai l'attribution à l'Oligo-Miocène comme provisoirement valable et dirai avec les auteurs antérieurs que la chaîne paraît avoir été plissée aux temps pyrénéens, et reprise faiblement aux temps alpins, avant le Pliocène. Il faut alors admettre que la vaste plaine du Tamlelt, actuellement décapée par l'érosion jusqu'à son socle primaire et sur les bords de laquelle le Lias et les divers étages secondaires dessinent les restes de flancs d'un vaste dôme anticlinal, a été un des points de dispersion des débris qui forment le Lakhdar. De même le Ghals, le Melah, le Beni Snir ne doivent être tenus que comme les témoins subsistant d'une énorme masse montagneuse aujourd'hui disparue et dont les débris couvrent les Hauts-Plateaux. Mais ces débris eux-mêmes, après les mouvements alpins, ont été repris par l'érosion et le Lakhdar seul a subsisté. Remarquons d'ailleurs que la position horizontale, qu'atteste le Turonien dans le pied du Lakhdar, se modifie du tout au tout en avançant vers le Nord. Il se redresse brusquement en monoclinal au pied du Djebel Tendrara où il atteint la cote 1750, soit un relèvement de 500 m. environ. Le terrain des Gour ne le suit pas dans ce mouvement, on le voit partout s'arrêter à quelque dis-

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

tance et entourer le massif de Tendrara. Cette disparition n'est pas due à l'érosion car le terrain des Gour repose transgressivement sur les assises du bord du massif, et remplit au S de Tendrara une dépression du Jurassique supérieur sur quoi reposent les assises cénomaniennes et turonienues, ce qui montre que le Tendrara était déjà plissé au moment où se déposa le terrain des Gour, et que celui-ci est en partie formé aux dépens de cette montagne.

Il s'agit dans le plissement du Tendrara non de plis aigus de forme atlasienne, comme dans la Bordière par exemple ou la chaîne des Trarit, mais bien plutôt de relèvement des assises avec quelques gauchissements et pendage très faible sur le flanc N, assez abrupt sur l'autre. En somme, le mouvement du Tendrara paraît se rattacher à un voussoir de fond. Quel est l'âge de ce mouvement? Le dernier terrain qu'il relève est le Turonien, et le premier dont nous constatons le dépôt après ce relèvement est le terrain des Gour. Nous devons donc attribuer au voussoir de fond du Tendrara un âge post-turonien et anté-oligocène, et il convient de considérer que la tectonique pyrénéenne d'où est née la Bordière et à laquelle se rattachent les plissements atlasiens de couverture, a été précédée d'une phase de diastrophisme de fond datant du post-Turonien.

Bien plus, le Cénomano-Turonien est transgressif et discordant sur le Bathonien dans tout le pays de Tendrara-Matarka. Le Bathonien a été relevé sans plissement avant le Cénomanien. Un mouvement de fond semble donc s'être produit après le Bathonien dans cette même région.

8° *Conclusions.*

Le Djebel Lakhdar appartient au terrain des Gour dont il est un témoin isolé conservé par inversion du relief dans une zone basse de la Bordière des Hauts-Plateaux.

Il est formé des assises inférieurs de ce terrain des Gour dont les couches du Tigri représentent les assises hautes.

Le terrain des Gour est formé aux dépens des assises crétacées et jurassiques d'une masse montagneuse importante, aujourd'hui disparue, et qui était située à peu près sur l'emplacement du Tamlelt et dans les régions du Ghals, du Melah et du Soffah.

Le pendage des assises du Lakhdar et du Tigri est dû au ruissellement des déblais et non à des causes tectoniques.

La masse montagneuse d'où proviennent les conglomérats du

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

Lakhdar devait son existence à des mouvements antérieurs au plissement pyrénéen qui a donné naissance à la Bordière. Ces mouvements sont dus à un voussoir de fond post-turonien et à un autre post-bathonien.

Ces mouvements de fond, donnant un relèvement avec gauchissements des assises bathoniennes, puis turoniennes, avaient édifié ainsi une grande masse montagneuse dont les témoins actuels sont les montagnes entourant le Tamlelt.

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

RÉFLEXIONS D'ORDRE GÉOPHYSIQUE SUR LA CONSTITUTION ET LES MOUVEMENTS DE L'ÉCORCE TERRESTRE

PAR **le Général Mailles**[1].

HYPOTHÈSES CONCERNANT L'ÉCORCE TERRESTRE ET LES CAUSES DE SES DÉFORMATIONS.

Trois hypothèses concernant la constitution de l'écorce terrestre se partagent présentement la faveur de ceux qui se livrent à l'étude de la terre. Les géodésiens ont tendance à accepter celle de l'isostasie, les géologues et les physiciens celle de l'eustasie et celle de la dérive des continents.

On peut, en peu de mots, objecter aux premiers que les blocs solides plongeant dans le magma fondu, ne pourraient que fondre à leur tour et aux seconds que la cause des déplacements relatifs des blocs continentaux n'apparaît pas clairement non plus que celle de l'effondrement général.

Sous nos yeux agissent l'érosion, la sédimentation, le volcanisme. Des continents et leurs chaînes de montagnes sont réduits à l'état de pénéplaine, des fosses sont comblées, des roches nouvelles se forment issues des sédiments ou des magmas en fusion et se transforment sans cesse.

Mais que se passe-t-il en profondeur ? La Sismologie nous donne déjà quelques précisions. Les observations du pendule nous éclairent aussi. Grâce aux mouvements de l'écorce et à l'érosion, des terrains cachés autrefois, nous apparaissent aujourd'hui. Des roches d'une infinie variété, caractérisées par des minéraux divers, nous posent l'énigme de leur histoire, de leur formation, de leurs déplacements, de leurs métamorphoses. Sous la mince pellicule qui seule nous est accessible, les pétrographes et les minéralogistes distinguent en profondeur des zones successives aux limites imprécises et variables, avec leur chimie spéciale et leurs minéraux caractéristiques.

Si nous observons ce que devient, sous l'action de la chaleur, un bloc d'une roche éruptive, de granite par exemple, qui représente le prototype des roches constituant la lithosphère, nous constatons que ce bloc commence à se déformer vers 600°, qu'il se moule sur le creuset vers 1.000° et qu'il est fondu vers 1300°.

1. Note présentée à la séance du 18 janvier 1937.

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

La considération des surfaces isogéothermiques nous conduit alors à admettre qu'à une vingtaine de kilomètres en profondeur les roches commencent à se ramollir et que vers 40 km. elles sont liquides.

En somme, on peut imaginer que la lithosphère repose sur la pyrosphère par l'intermédiaire d'une couche qui passe progressivement de l'état visqueux à l'état liquide. *Cette couche joue le rôle important de joint étanche et plastique.* Dans sa partie supérieure les pressions exercées par les blocs solides de la lithosphère augmentent localement sa viscosité. Dans sa partie inférieure les gaz emprisonnés augmentent sa fluidité. Cette partie correspond à une surface de discontinuité, à un changement d'état.

Cette zone intermédiaire entre la lithosphère et la pyrosphère mérite qu'on s'y arrête. On pourrait la dénommer *tectosphère* (τηκτός = fondu). Elle joue un rôle régulateur important dans l'économie du globe terrestre. Elle accompagne la pyrosphère au fur et à mesure que cette dernière s'enfonce dans l'intérieur de la terre du fait du refroidissement de la planète. Suivant les fluctuations auxquelles elle est soumise elle gagne ou perd de sa substance par l'une ou l'autre de ses faces aux dépens ou aux profit de ses voisines, elle se cicatrise d'elle-même lorsqu'elle a livré passage aux matériaux du volcanisme : c'est un véritable tapis mouvant sur lequel repose la marqueterie terrestre.

Nous aurons donc à considérer en même temps que l'équilibre archimédien un équilibre visqueux avec les déformations et les retards qu'il comporte dans la poursuite de l'équilibre. Quant aux blocs constituant la croûte extrêmement morcelée par des failles et des fissures qui forme la partie supérieure de la lithosphère, l'équilibre s'y rétablira par à-coups, par des réajustements successifs, par des glissements et des frottements des blocs les uns contre les autres.

La pyrosphère a ses marées et ses courants. L'observation des astres fluides comme le Soleil et Jupiter montre qu'ils ne tournent pas en bloc, que les calottes polaires et l'équateur sont animés de rotations différentes. De ce fait on imagine que certaines parties de la tectosphère sont étirées, distendues, tandis que d'autres au contraire, sont comprimées, plissées.

Nous concevons maintenant la cause profonde des « Révolutions » du globe — et de tous les globes analogues — qui n'est autre que l'action des courants qui brassent les masses fluides, sur leurs écorces assujéties à se mouler sur des surfaces qui se déforment constamment.

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

Considérations sur la sédimentation marine actuelle.

L'étude des cartes bathymétriques récentes nous montre que le fond des océans est d'une topographie beaucoup plus compliquée qu'on ne l'avait cru jusqu'ici. Leur caractéristique est un compartimentage dont les limites sont marquées par des fosses, des crêtes, des seuils, des ravins.

Les compartiments ainsi formés diffèrent entre eux au plus haut degré, par la nature et la quantité des sédiments qui s'y déposent : sédiments littoraux, sables coralliens, vases à globigérines, à radiolaires, à diatomées, argile rouge des grands fonds, etc.

Les compartiments qui entourent immédiatement les continents et leur font une bordure sont particulièrement intéressants par la quantité et par la diversité des sédiments qu'ils reçoivent. Ils correspondent à la zone dite terrigène, toute l'érosion continentale est déversée sur eux, c'est la région où s'élaborent dans les masses des roches sédimentaires en formation la glauconie, le charbon, le pétrole, etc.

Certains de ces compartiments sont appelés à jouer un rôle primordial. Ce sont ceux qui correspondent à l'embouchure des grands fleuves et qui reçoivent, parfois sur une surface très restreinte, toute la sédimentation provenant de l'érosion de bassins fluviaux considérables et dont la surcharge finit par provoquer des mouvements verticaux de l'écorce.

On admet généralement que l'entassement des sédiments se fait sur place, en couches horizontales et dans l'ordre chronologique de leur dépôt. Ceci n'est vrai qu'en gros. Dans le détail il doit en être rarement ainsi. Il faudrait pour qu'il en soit ainsi que cet entassement fut fait sur des fonds absolument et immuablement horizontaux et que les roches passent instantanément de l'état de vases à l'état solide.

En réalité, durant les milliers de millénaires que durent leur formation, les sédiments marins se déplacent vers le fond des cuvettes dans lesquelles ils s'accumulent. Le détail de ces déplacements doit être d'une extrême complexité. Les sédiments glissent suivant l'inclinaison de la pente qui s'offre à eux et selon leur état de plasticité. Ils se disposent alors par ordre de densité et chaque couche se comporte suivant sa nature. Ils perdent plus ou moins lentement l'eau interstitielle avec laquelle ils se sont déposés. Mais cette eau qui dans les roches émergées se déplace vers le bas, se déplace vers le haut dans les roches immergées. Elle se trouve parfois arrêtée par des couches imperméables. La

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

lapidification des couches successives peut être extrêmement variable et des couches solides peuvent emprisonner une nappe d'eau (pétrole). Les argiles se prennent moins facilement que les autres roches, elles « retardent ». Certaines couches — couches savon — gardent une plasticité qui, le cas échéant, facilitera le glissement de couches qui reposent sur elles. Il est probable qu'il se produit au fond des mers des glissements de roches et que certains raz de marée n'ont pas une autre cause.

Il est difficile de comprendre comment pendant des milliers de millénaires il ne s'est déposé que des grès, puis ensuite que des calcaires, puis ensuite que des marnes en bordure des continents. De plus, certains modelés, dits glaciaires, pourraient bien être le résultat du passage d'un conglomérat de base et de sa surcharge de sédiments.

Mouvements tangentiels et charriages.

Si on considère une chaîne de montagnes du type alpin on voit qu'elle est constituée par un faisceau de plis, grossièrement parallèles, qui semblent généralement se mouler sur une partie de l'écorce où une chaîne antérieure s'est élevée autrefois et a été arasée.

Elle présente une zone axiale et des versants. Elle est souvent accompagnée de parties effondrées. La zone axiale est composée de terrains anciens et de masses gneissiques et granitiques. Sur les versants, des masses considérables sont déversées et donnent lieu à des empilements, à des plissements, à des étirements, à des chevauchements de terrains d'une extrême complexité.

Les géologues font intervenir des mouvements tangentiels et des charriages qui déplacent des masses considérables sur des centaines de kilomètres, parfois souterrainement entre des zones superposées.

Il est difficile de se faire une idée nette de semblables phénomènes. Il est certain que toutes ces nappes ont subi des déplacements très complexes et d'une ampleur étonnante et il est admirable que les géologues soient arrivés à s'y reconnaître. Ce n'est pas avec des croquis que ces déplacements peuvent être représentés. Il y faudrait toutes les ressources du cinéma.

Mais si on se représente la genèse d'une chaîne de montagnes on est amené à conclure que la cause déterminante de ces déplacements de terrains réside surtout dans des glissements de masses rocheuses, immergées ou émergées, sur des surfaces inclinées.

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

L'hypothèse d'une tectosphère plissée par l'action des courants et des marées de la pyrosphère donne une explication vraisemblable de ces phénomènes compliqués. Elle fait comprendre comment la zone centrale qui émerge la première, est dépouillée de son revêtement sédimentaire par l'érosion et par les glissements et pourquoi les roches cristallines y affleurent et aussi comment se forment les zones des plissements et des nappes et enfin les régions ondulées qui les entourent.

L'homme qui a le plus étudié la Basse-Provence terminait son mémoire sur les nappes de charriages par trois questions (p. 303) auxquelles il demandait qu'on réponde. Je lui dirais :

1° *Il faudrait pouvoir établir pourquoi les nappes ont pris naissance dans une zone plutôt que dans une autre.*

Les nappes ont pris naissance dans une zone qui a atteint, à un certain moment, une inclinaison suffisante pour rompre la cohésion et provoquer le glissement des terrains reposant sur une certaine couche suffisamment plastique et glissante qui a servi de lubréfiant.

2° *La raison de la poussée de certains plis en sens contraire de la poussée générale devrait pouvoir être indiquée autrement que d'une façon tout à fait hypothétique.*

Il n'y a pas une poussée générale. Il y a déversement sur un versant. Des points situés présentement sur une même verticale dans l'écorce terrestre, ont pu être déplacés dans des directions opposées.

3° *La cause des décollements si fréquents dans la région devrait être établie d'une manière certaine.*

Cette cause est attribuable aux qualités mécaniques des couches superposées ainsi qu'à leurs positions relatives, le phénomène se produisant pour une certaine inclinaison sur une certaine couche.

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

Découverte d'une faune pyriteuse d'âge tithonique supérieur aux environs de Chomérac (Ardèche)

par **F. Roman** et **G. Mazenot**[1].

Les nombreux géologues et paléontologistes qui, depuis plus de 50 ans, visitent le gisement de la Boissière, près de Chomérac (Ardèche), ont toujours eu l'attention attirée par les beaux fossiles du calcaire bréchoïde et rognonneux du Tithonique supérieur. Ces fossiles, nombreux, faciles à recueillir dans les tas de pierres et murs de clôture, ont été rendus classiques par la monographie de Toucas qui date de 1890 [2]. Le mirage exercé par cette faune a été tel que de petits fossiles pyriteux, mélangés à quelques fossiles calcaires et provenant de couches de marnes et de calcaires marneux superposés au calcaire bréchoïde, paraissent être restés jusqu'alors inaperçus ; ils abondent, cependant, dans les champs et talus avoisinant le gisement classique.

L'attention de l'un d'entre nous a été attirée vers cette faune inédite et, récemment, une recherche commune un peu attentive nous a permis de faire une récolte relativement riche. Nous avons, d'autre part, retrouvé les mêmes fossiles pyriteux dans diverses localités des environs de Chomérac où la stratigraphie est plus nette, de sorte qu'on dispose, maintenant, de matériaux permettant une première étude. Le but de cette note est d'indiquer la situation géographique des gisements reconnus, de préciser la position stratigraphique de l'horizon fossilifère, de donner la liste des espèces déterminées et d'en déduire l'âge de la faune, de dégager enfin de cet ensemble de faits les conclusions d'ordres divers qui s'imposent.

1° Situation des gisements.

Les gisements reconnus peuvent se répartir en trois groupes situés sur les territoires des communes de Chomérac, Baix, Saint-Symphorien et Alissas.

1. Note présentée à la séance du 3 mai 1937.
2. Toucas A. Étude de la faune des couches tithoniques de l'Ardèche. *B.S.G.F.*, 3e sér., t. XVIII, p. 560 à 629.

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

A) *Gisements des environs de la Boissière, à Chomérac.*

Un gisement assez pauvre existe en bordure d'un chemin de terre et dans les champs à 2-300 m. au NW du hameau de la Boissière. Meilleures sont les récoltes possibles dans les champs cultivés situés au NE de la Boissière, à mi-distance entre ce hameau et celui de Sabotas. Un gisement encore plus riche est constitué par le sommet de la croupe inculte et le versant E occupé par des champs situés à 200 m. environ au N et NE du hameau de Sabotas ; en ce lieu les fossiles pyriteux sont mélangés à quelques fossiles calcaires.

B) *Gisements de la région NE de Brune (communes de Baix et de Saint-Symphorien).*

Sur le versant occidental de la croupe SW-NE comprise entre la voie ferrée, la rivière de la Payre et le ruisseau affluent, à 500 m. au NW du passage en-dessous de Fontasse, des vignes, champs, terres incultes et talus constituent le plus riche des gisements reconnus. On peut récolter là, en place, des fossiles encore inclus dans les couches qui les contiennent : les bancs marneux fournissent exclusivement de petits pyriteux, les marno-calcaires donnent, en plus, des échantillons calcaires un peu plus grands. Les points fossilifères s'alignent en une bande qui suit l'axe de la croupe, à mi-coteau. D'autre part, à 300 m. à l'Ouest, sur l'autre flanc de la vallée, à une altitude un peu supérieure, on retrouve, dans des terres labourées, quelques rares pyriteux.

C) *Gisement d'Alissas.*

Enfin, à 500 m. au SE d'Alissas, sur le rebord sud de la tranchée de la route de Privas à Chomérac, on retrouve encore quelques mauvais fossiles pyriteux.

2° Position stratigraphique.

La stratigraphie des environs de la Boissière est difficile à établir par suite de multiples dislocations de détail se rattachant à la grande faille nord-sud de Chomérac. Tout autour du hameau, les couches marno-calcaires plongent doucement à peu près dans toutes les directions et la structure prend la fausse apparence d'un petit dôme. Dans ces conditions, la coupe du gisement donnée par Toucas (*op. cit.*, p. 564, fig. 1) est certainement en partie

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

inexacte. La couche 7 de cette figure n'est pas sous-jacente à la couche 5 : elle en est le prolongement vers le Nord ; de même, la couche 8 et la couche 6 n'en font qu'une en réalité. Mais la position relative de ces différents niveaux reste délicate à préciser en ce lieu. Les environs de Sabotas n'apportent, d'autre part, guère de renseignements meilleurs sur la situation des marno-calcaires à pyriteux.

Tous les doutes disparaissent après l'examen de la coupe que l'on peut observer au NW de Fontasse et que reproduit schématiquement, la figure ci-dessous :

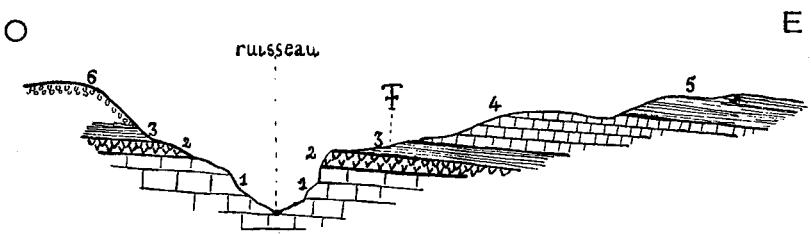


FIG. 1. — Coupe du Tithonique au Valanginien, à 500 m. au NW de Fontasse, près Brune (Ardèche).

Échelle des longueurs : 1/6000e environ ; échelle des hauteurs exagérée.

Du ruisseau, en remontant du côté de l'Est jusqu'au sommet de la croupe, on observe, en concordance parfaite, la succession suivante (numéros correspondant à ceux de la figure) :

1. Calcaires gris, en bancs plus ou moins épais, du Tithonique.
2. Calcaires bréchoïdes ou rognonneux = fausse brèche du Tithonique supérieur (= horizon classique de la Boissière).
3. Marno-calcaires à faune pyriteuse (5-10 m.).
4. Calcaires fins berriasiens avec intercalations marneuses.
5. Marnes valanginiennes.

Sur le flanc opposé de la vallée, la succession est identique jusqu'à 3, puis les couches disparaissent sous un revêtement assez mince, sans doute, de cailloutis quaternaires (n° 6 de la figure).

Enfin, confirmant les données de cette coupe, le gisement d'Alissas montre nettement, lui aussi, la superposition à la fausse brèche des marno-calcaires à fossiles pyriteux.

En résumé, l'horizon étudié se trouve intercalé entre les dernières couches considérées, de façon classique, comme tithoniques et les premières assises nettement berriasiennes. Sur la feuille de Privas de la Carte géologique de France au 1/80.000e il a été englobé dans les couches à *Hoplites Boissieri*, c'est-à-dire dans le Berriasien. A l'exception de Sabotas, indiqué comme Tithonique (J^{8-7}), tous les gisements explorés sont indubitablement compris dans la dénomination C_{VI}.

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

3° Liste paléontologique [1].

Les échantillons et fragments recueillis, au nombre de 400 environ sont tous des moules internes, pour la plupart petits, souvent déformés et de conservation médiocre. Les Ammonites, en particulier, ne fournissent que leurs tours internes, cloisonnés. Des éléments importants de détermination manquent ainsi, rendant, comme pour toute faune à petits fossiles pyriteux, incertaines les identifications possibles. Malgré ces très réelles difficultés, les genres et espèces suivants ont pu être reconnus :

A) *Gisements de la Boissière et de Sabotas* [2].

Aulacosphinctes proximus Steuer [3]. Un échantillon calcaire incomplet (D = 25 mm.) analogue aux figures 10 et 11 pl. VIII de Steuer, avec des côtes simples plus rares cependant. Cette espèce du Tithonique supérieur de l'Argentine n'a pas encore été signalée en France ; elle est représentée dans la fausse brèche de la Boissière (Collect. Gevrey Fac. Sciences Grenoble).

Berriasella sp. aff. *Lorioli* Zittel [4]. Plusieurs fragments à tours un peu plus globuleux que ceux de la plupart des *Berriasella* costées et à côtes non interrompues sur la région externe.

Berriasella subcallisto (Toucas) Kilian. Nombreux échant. et fragments.

Berriasella Berthei (Toucas) P. Fallot. Nombreux fragm. à côtes secondaires épaissies, mais non munies de tubercules siphonaux.

Neocomites (*Berriasella ?*) *Beneckei* Jacob *in* Sched. (Coll. Fac. Sc. Grenoble). Nombreux échant. et fragm. à ombilic étroit et à côtes bifurquées très fines. Cette espèce inédite qui se présente comme un ancêtre possible des *Neocomites*, doit être prochainement décrite et figurée par l'un de nous.

Dalmasiceras sp. gr. *progenitor* Oppel *in* Zittel. Fragm. de jeune sur lequel apparaît la fasciculation proximale des côtes caractéristique.

1. Tous les échantillons ont été déposés au Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon.

2. Pendant l'impression de cette note, M. M. Breistroffer, informé par l'un de nous de la découverte des gisements signalés ici, a exploré les environs de Sabotas ; il y a recueilli plusieurs centaines de spécimens se rapportant aux espèces et genres de la liste suivante avec en outre : *Bochianites* sp. (plusieurs fragm.), *Protancyloceras* sp. (un fragm.) et un curieux petit *Himalayitiné*.

3. Steuer, 1897. Argentinische Jurä-Ablagerungen (*Palaeontolog. Abhandl.* Bd. 7, Heft 3).

4. Zittel, 1868. Die Cephalopoden der Stramberger Schichten (*Palæont. Mittheilung.*).

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

Himalayites (*Corongoceras*) *Köllikeri* Oppel *in* Zittel. Fragm. de petite taille conformes, comme tous ceux de la fausse brèche de Chomérac, à la fig. 2 (pl. XVIII) de Zittel, mais bien plus petits que l'holotype (fig. 1 de Zittel).

Phyll. (*Ptychophylloceras*) *semisulcatum* d'Orb. [1]. Échant. petits, typiques.

Phyll. (*Holcophylloceras*) *Calypso* d'Orb. Un échant. usé.

Phyll. (*Holcophylloceras*) sp. Un petit échant. ayant, au dernier tour, 7-8 étranglements fortement infléchis vers l'avant.

Phylloceras serum Opp. in Zittel. Nombreux petits échant.

Neolissoceras Grasi d'Orb. Échant. typiques.

Lytoceras sp. Fragment.

Aptychus sp. Fragm.

Duvalia Orbignyi var. *suborbignyi* Toucas. Fragm.

Duvalia Orbignyi cf. var. *Jouvei* Toucas. Fragm.

Duvalia sp. gr. *ensifer* Opp. in Zittel. Fragm.

Alectryonia strambergensis Boehm. [2]. Échant. bien conformes aux figures de Boehm, un peu plus petits cependant.

Ostrea sp. Plusieurs valves de petite huître lisse.

Terebratulina substriata Schlotheim. Un échant. très identique à celui figuré par Pictet [3].

Collyrites sp. Échant. écrasé.

Cidaridé. Plaques et fragm. de baguettes.

Astéridé. Plaques.

Polypier simple. Un petit calice (D = 6 mm.).

B) *Gisement de Fontasse, près de Brune.*

Aulacosphinctes sp. Fragm.

Berriasella subcallisto (Toucas) Kilian. Nombreux fragm. et échant.

Berriasella cf. *delphinensis* Kilian [4]. Fragm. usé de détermination douteuse.

Berriasella rarefurcata Pictet. Fragm. écrasés.

Berriasella Richteri Opp. in Zitt. Un fragm. bien conforme à la fig. 9 (Pl. XX) de Zittel.

Neocomites (*Berriasella ?*) *Beneckei* Jacob *in* Sched. Très nombreux échant.

1. d'Orbigny, 1842. Paléontologie française. *Terrains crétacés*, t. I.
2. Boehm, 1883. Die Bivalven der Stramberger Schichten (*Palaeontolog. Mittheil.*).
3. Pictet, 1868. Étude provisoire des fossiles de la Porte-de-France, d'Aizy et de Lémenc (*Mélanges paléont., 4e livrais.*).
4. Kilian, 1889. Mission d'Andalousie (Imprimerie nationale, Paris).

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

Himalayites sp. Fragm. d'assez gros individus.

Spiticeras (*Proniceras*) sp. Petit échant. (D = 12 mm.).

Phyll. (*Ptychophylloceras*) *semisulcatum* d'Orb. Nombreux échant.

Phyll. (*Holcophylloceras*) *Calypso* d'Orb. Échant. écrasés.

Phylloceras serum Opp. in Zittel. Petits échant.

Phylloceras sp. Nombreux petits échant. lisses.

Neolissoceras Grasi d'Orb. Nombreux échant.

Lytoceras (*Protetragonites*) *quadrisulcatum* d'Orb. Petits échant.

Zeilleria sp. Petit échant.

Terebratula sp. Petits échant. jeunes, mal conservés.

Rhynchonella Malbosi Pictet. Quelques échant. typiques.

Collyrites sp. Échant. écrasés.

Spongiaire. Fragm.

C) *Gisement d'Alissas.*

Neocomites (*Berriasella?*) *Beneckei* Jac. *in* Sched. Quelques mauvais échant.

Phylloceras sp. Petits échant.

4° Age de la faune pyriteuse.

La faune étudiée est, stratigraphiquement, superposée de quelques mètres à celle de la fausse brèche de la Boissière ; par les espèces qu'elle comprend elle en représente la suite naturelle et doit lui être rattachée.

Toutes les espèces pyriteuses ayant quelque signification stratigraphique, les *Aulacosphinctes* et *Berriasella*, en particulier, appartiennent à la faune de la pseudobrèche et seule, parmi elles, *Berriasella rarefurcata* Pictet, est plus spéciale au Berriasien. On doit remarquer, cependant, la grande pauvreté en espèces d'*Aulacosphinctes*, l'absence de *Berriasella chomeracensis* (Toucas) Sayn et la rareté des *Dalmasiceras* et *Spiticeras* si abondants cependant dans le calcaire de la Boissière. Il semble donc qu'on ait affaire à une faune appauvrie que des recherches plus complètes n'enrichiraient que modérément. D'autre part, aucun élément franchement berriasien n'apparaît dans la faune pyriteuse ; *Berriasella Boissieri* Pictet, *Neocomites occitanicus* Pictet manquent tout spécialement. La petitesse de la plupart des échantillons, interdisant de rigoureuses déterminations, ne semble pas suffire pour justifier l'absence de ces espèces surtout caractérisées à l'état adulte.

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

Dans ces conditions, on n'a aucune raison, jusqu'à nouvel ordre, de considérer comme berriasienne cette faune que tout rapproche, au contraire, de la faune classique de la Boissière. On sait que cette faune, assimilée par Toucas à celle de Berrias, doit, comme l'a montré Kilian, en être distinguée et être rapportée à la fin du Jurassique, la seconde se plaçant à la base du Crétacé. Suivant cette opinion, maintenant incontestée, on doit donc situer la faune pyriteuse des environs de Chomérac vers le sommet du Tithonique supérieur.

5° Conclusions.

La faune pyriteuse du Tithonique supérieur des environs de Chomérac est, à notre connaissance, la première qui ait été signalée à ce niveau, dans l'Ardèche et dans tout le SE de la France. C'est, sans doute, la seconde faune pyriteuse de cet étage qui soit actuellement connue, la première étant celle récemment découverte en Tunisie par M. Schoeller[1] et qu'a fait connaître M. Breistroffer[2].

L'attribution au Tithonique supérieur de cette faune repousse de quelques mètres vers le haut, dans la série stratigraphique, la limite jurassico-crétacée. Les marno-calcaires à pyriteux ont, sur la feuille de Privas, été rattachés aux calcaires à *Hoplites Boissieri* Pictet. Il faudra les en soustraire et, les vieillissant légèrement, les rapporter au Tithonique.

Il y aura intérêt, dans l'avenir, à suivre cet horizon pyriteux, connu sur 10 km. de longueur, de proche en proche, d'une part au NE du côté du Pouzin, d'autre part au SW au delà de la coulée basaltique du Coiron, vers Voguë et Berrias pour savoir s'il est un phénomène local ou s'il s'étend dans toute l'Ardèche et gagne les régions voisines.

Ce qui est dès maintenant certain, c'est qu'on ne peut espérer le voir se continuer dans tout le SE de la France. Il n'existe certainement pas, en particulier, dans les gisements des chaînes subalpines tels que ceux de Noyarey et du Chevallon, un peu au NW de Grenoble où l'on voit, à quelques décimètres de distance verticale, les dernières Ammonites du calcaire tithonique

1. Cependant quelques fossiles pyriteux, isolés, sont connus, depuis plusieurs années déjà, du Tithonique supérieur de Suisse et d'Algérie.

2. Breistroffer M., 1937. Sur un remarquable gisement à fossiles pyriteux du Tithonique supérieur de Tunisie (*C. R. S., séances, S. G. F.*, 18 janvier 1937, n° 2, p. 18 à 20).

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

voisiner avec l'abondante faune des marno-calcaires berriasiens.

La faune pyriteuse du Tithonique supérieur des environs de Chomérac constitue donc un élément nouveau qui paraît être d'étendue limitée mais dont on devra tenir compte pour la délimitation précise du Jurassique et du Crétacé dans le SE de la France.

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

Affleurements crétaciques, brèches tectoniques et brèches sédimentaires de la Plaine d'Alès

par **Georges Denizot** [1].

Planches XIII et XIV.

Après les publications diverses, d'Émilien Dumas, de G. Fabre, de Fr. Roman et d'autres concernant la Plaine d'Alès, après la synthèse tectonique de P. Termier, P. Thiéry et G. Friedel, après les remarques d'Arnold Heim, j'ai présenté [2] en 1931 une étude systématique des pointements de Crétacé inférieur qui interrompent si curieusement le sol tertiaire de cette plaine. J'ai montré comment ce Crétacé, à l'origine saillant en îles, avait subi un refoulement en écailles imbriquées vers le Sud-Est ; j'ai suivi le passage des roches en place aux faciès de broyage tectonique et aux brèches interstratifiées dans le Tertiaire ; j'ai daté le mouvement essentiel vers la limite du Stampien et de l'Aquitanien, la plus grande partie des brèches sédimentaires venant après.

L'évidente variété des dispositions impose cette interprétation composite, dont toutes les modalités avaient été reconnues par les auteurs, quitte à discuter l'extension de ces modalités. Cette variété ne peut se satisfaire, ni de l'ancienne représentation en simples saillies insulaires, ni de l'affectation intégrale à des brèches qui, aux deux extrêmes des opinions, seraient toutes tectoniques, comme l'avait cru Termier, ou toutes sédimentaires comme vient de le proposer M. Jean Goguel [3]. Dans la nécessité de réfuter cette dernière théorie, j'apporterai un complément de faits à mon étude antérieure, et je préciserai l'interprétation.

Cette nouvelle recherche m'a fait recueillir des échantillons dont M. Jacques de Lapparent a bien voulu assurer l'étude lithologique, complétant ses examens antérieurs [4]. Je le remercie de ce concours particulièrement précieux.

1. Note présentée à la séance du 24 mai 1937.

2. G. Denizot. Les affleurements crétaciques dans la Plaine tertiaire d'Alès. *B. S. G. F.*, 5-I, pp. 397-428, pl. XX-XXI, 1931.

3. J. Goguel. Les brèches urgoniennes d'Alès (Gard). *Id.*, 5-VI, pp. 219-236, pl. XV, 1937.

4. J. de Lapparent. Quelques résultats de l'étude lithologique des brèches calcaires... *Id.*, 4-XXIV, p. 531, 1924.

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

Discussion de l'interprétation sédimentaire exclusive des brèches. — Pour J. Goguel, tous les pointements urgoniens sont, sans exception, des brèches interstratifiées dans l'Oligocène[1] ; les marnes qui supportent cet Urgonien étant invariablement comprises comme sédiments normaux de ce même Oligocène.

La question est placée d'emblée sur son terrain avec le banc de brèche visible au sortir d'Alès, entre les deux voies ferrées : J. Goguel le cite (p. 220) comme une preuve qui aurait échappé à ses devanciers. Mais ce banc était parfaitement connu, c'est même le point de départ de la judicieuse explication d'Arnold Heim, que j'ai reprise (p. 405) : ce qui importe, et ce qui n'apparaît pas dans la nouvelle description, c'est de noter son adossement à la butte urgonienne cotée 193, dont il remanie les débris. Cette coupe est en effet démonstrative : je la reprends plus loin (fig. 1, planche XIII A).

Les neuf buttes urgoniennes qui de celle-ci s'alignent vers le Sud-Est de Saint-Privat sont visiblement séparées par des dépressions où règnent les grès et marnes tertiaires : j'oppose un démenti formel à l'assertion qu'il n'y aurait pas à douter de la continuité de ces pointements sous forme de brèche[2] (p. 221), et ce « sur plus de trois kilomètres, à part un petit décrochement par faille » (p. 222). L'auteur n'a cependant pas figuré une telle continuité sur sa carte.

A Saint-Privat, J. Goguel décrit (p. 221) une mince brèche en synclinal sur l'Oligocène : il était en tous cas inopportun d'englober dans cette soi-disant brèche urgonienne les gisements qui m'ont fourni des Ammonites. En réalité, il y a là une masse de collines contrastant avec son entourage tertiaire et le surmontant d'une soixantaine de mètres. Il est inexact que ce Tertiaire dessine un synclinal : d'un côté comme de l'autre, on relève des pendages NW ou WNW (autour de Boyer, par exemple).

La coupe de la Liquière donnée à nouveau (p. 224) figure une sédimentation concordante et continue, contre toute apparence. J'avais étendu la rocaille urgonienne jusqu'à la ferme, où la roche est visible, tandis que la nouvelle carte reporte le contour à 400 m. en deçà : cependant les débris couvrant le sol dans l'intervalle sont l'affleurement de cette rocaille, comme à la tranchée voisine ;

1. Tout ce Tertiaire est oligocène pour les auteurs qui dans ce terme comprennent l'Aquitanien ; pour les autres, il passe de l'Oligocène au Miocène.

2. Étant entendu que ces pointements doivent être les saillies d'une crête rocheuse noyée dans le Tertiaire, donc se relient en profondeur : mais le fait est que cette liaison n'existe pas en surface.

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

il faut figurer de même, qu'on admette une brèche tectonique, ou une brèche sédimentaire.

A plusieurs reprises, il est affirmé que l'Urgonien, tout entier en brèches, ne montre aucun miroir de friction, et que les marnes subordonnées, crétaciques pour nous, sont privées de toute déformation mécanique. C'est faire bon marché des observations de P. Termier et P. Thiéry, des constatations de la réunion de 1923 enregistrées par G. Corroy[1] : l'Hauterivien mylonitique est cité de la tranchée du chemin de fer de l'Ardoise (*op. cit.*, p. 469, pl. XVII) et les débris urgoniens striés de la Liquière (p. 486). J'ajouterai, entre autres, la base du rocher célèbre bordant l'Avène sur la route de Célas est tout aussi fragmentée que le reste : elle est de marne à *Toxaster amplus*, et se suit ainsi, avec des fossiles brisés dans la roche, vers le Merle, lieu bien fâcheusement cité en sens contraire.

Une observation à retenir : l'Urgonien, que j'avais admis d'après la Feuille d'Alès à Ginane (Sud du Moulin du Juge), ne se présente pas en ce point : seul se montre le poudingue que j'ai signalé (p. 413), et qui n'implique pas l'existence d'un pointement crétacique au lieu même.

*
* *

Prenant maintenant la théorie de J. Goguel au point de vue général, nous la voyons reposer sur des décisions impossibles.

L'Urgonien serait tout entier à l'état de brèches, sans aucun pointement en place. Je ne conçois pas une brèche localisée dans l'espace, où il est reconnu des blocs mesurant le mètre (J. Goguel, p. 221) — sans aucun roulage, sans mélange, sans ciment autre que de minces recristallisations avec quelques quartz microscopiques — si elle ne dépend d'un affleurement rocheux qu'on doit retrouver dans son domaine. On remarquera qu'aucune disposition comparable aux buttes ne s'observe contre le Crétacé surmontant la Plaine ; quand à la réduction d'épaisseur de l'Urgonien, c'est un fait commun à toutes les bordures d'Oligocène, en relation manifeste avec les érosions de cette époque.

1. Réunion extraordinaire de la Société géologique de France dans le Gard, le Vaucluse et la Drôme. *B.S.G.F.*, 4-XXIII, p. 459 ; voir aussi *C. R. som.*, 1923, p. 153. Sur la planche XVII, prise au km. 4, 8 de la voie, on perçoit la discordance entre la base de l'Urgonien bréchoïde et le Tertiaire dont la stratification devient régulière immédiatement à droite. Voir aussi, pl. XVI, l'Urgonien mylonitique. J'ai retrouvé les stries caractéristiques sur l'Urgonien (p. 417 de ma note).

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

Les marno-calcaires sous cet Urgonien s'intercaleraient indistinctement dans la série normale de l'Oligocène, bien que E. Dumas, P. Thiéry, moi-même en ayons cité les fossiles abondants de l'Hauterivien et du Barrémien inférieur : avec les Oursins, il y a de gros Lamellibranches, quelques Ammonites de bonne taille et fraîchement ornées. Il faudrait que ce marno-calcaire fût aussi une brèche, on aurait alors superposition de brèches, chacune d'alimentation pure, selon l'ordre stratigraphique régulier, et ce après un transport considérable. Je récuse le témoignage demandé au microscope, sans garantie des prélèvements de la part d'un observateur qui se déclare incapable de distinguer mon Crétacé de son Oligocène [1] : l'instrument a d'ailleurs réduit ses révélations à une plus ou moins grande abondance de menus grains de quartz, grains dont la présence est normale dans les marnes infracrétaciques de la région. Hors cela, dans un échantillon subordonné à l'Urgonien, « un peu de glauconie et différents organismes indiquent une origine marine, tout à fait compatible avec le caractère fréquemment saumâtre des fossiles oligocènes » (J. Goguel, p. 227) : on trouverait plutôt ici la preuve d'âge infracrétacique. S'il est vrai que des auteurs ont considéré comme saumâtres certaines couches oligocènes de la région, la portée de cette appréciation reste à établir, elle convient en tous cas bien mal aux dépôts d'Alès, d'où l'on ne connaît que des Mammifères et des *Helix*.

Les fossiles crétaciques n'ont pas de place dans la description de J. Goguel, ils sont seulement cités incidemment de certains bancs conglomérés, pour fournir l'argument le plus inattendu. Ce serait chose étrange, en vérité, qu'il en fût autrement, et ces conglomérats sont si faciles à distinguer des roches massives, fragmentées ou non, qu'ils ont reçu le nom usuel d'*amenla* dans le pays ; ils remanient l'Urgonien comme les marnes de dessous et renferment, bien entendu, des fossiles de ces dernières. J'avais fait mention de ce fait dans ma précédente note (p. 402) : je n'avais pas insisté, parce que je ne prévoyais pas me trouver en présence d'une pareille objection.

On pourra, certes, à l'avenir imposer des modifications de contours, les observations n'étant pas toujours immédiates et le détail se trouvant assez complexe ; on pourra proposer d'autres

1. Je ne vois pas pourquoi J. Goguel écrit, p. 234, que le faciès régnant sous l'Urgonien de l'Avène est « de grain beaucoup plus grossier et irrégulier que l'Hauterivien authentique des Garrigues ». Il y a dans cet Hauterivien (compris par l'auteur avec la zone à *Hoplites angulicostatus*) des faciès grenus tout auss grossiers que dans la vallée de l'Avène.

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

systématisations tectoniques. Mais il n'est pas permis de mettre en doute le fait capital, qui est la présence d'affleurements crétaciques isolés dans la Plaine tertiaire.

COMPLÉMENT D'OBSERVATIONS A L'EST D'ALÈS

La butte, cotée 193 à l'Est d'Alès, et les couches tertiaires qui l'entourent, constituent un premier ensemble très remarquable : je l'ai interprété (p. 405) comme l'avait fait Arn. Heim; tout en laissant la part de l'incertitude. Mais cette année j'ai revu les lieux avec plus de soin, et, sans doute mieux favorisé par l'état du terrain : j'ai trouvé les dispositions tout à fait démonstratives et je ne saurais trop recommander la visite, très facile, de cette localité [1] ; je donne à nouveau cette coupe, et la photographie expliquée (Planche XIII).

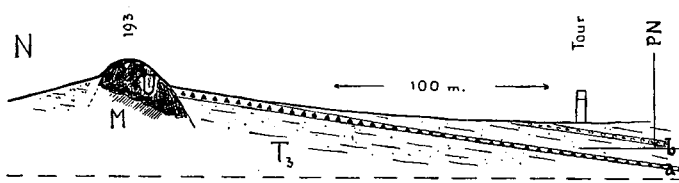


FIG. 1. — COUPE DE LA BUTTE 193 (CONILLIÈRE) A LA TOUR POUGET ET AU PASSAGE A NIVEAU.
M, Marne à *Ex. latissima*. U, Urgonien bréchiforme. T_3, Assise supérieure d'Alès : marnes et Molasses ; *a*, Brèche d'Urgonien ; *b*, Conglomérat d'Infracrétacé. Le trait interrompu marque le niveau du Gardon.

En sortant d'Alès par la route de Nîmes, on atteint les voies ferrées à l'ancienne gare, qui était juste sous la butte, et 300 m. après on franchit la première ligne : la seconde, celle de l'Ardoise (par Célas), passe en contrehaut sur un talus de 6 ou 7 m. Ce talus montre les couches du Tertiaire bien stratifiées, inclinées de 15° SSE., sous forme de grès molassique jaunâtre et marne plus ou moins calcarifère. En haut de la série, devant la Tour Pouget, on voit un banc de conglomérat à éléments roulés de l'Infracrétacé, Urgonien blanc et calcaire marneux (Hauterivien des auteurs) gris et jaune, mélangés pêle-mêle. D'autre part en pleine masse, à une centaine de mètres au Nord du passage à niveau,

1. Pour cette visite, prendre par le passage à niveau de Nîmes et visiter la brèche sédimentaire, d'une part au-dessous de la route, de l'autre entre les deux voies. On peut, en escaladant deux talus, gagner la butte même : à défaut de cet itinéraire escarpé, longer les voies par l'Ouest et les franchir en tunnel, juste devant le chiffre : 193, inscrit sur la carte ; puis revenir en s'élevant du côté est.

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

il s'intercale un banc de 1 m. d'une brèche tout à fait différente, à éléments urgoniens purs, de contours anguleux, de toutes dimensions depuis les menus débris jusqu'aux fragments de plusieurs décimètres. Le ciment de cette brèche présente à l'œil nu, ou simplement armé de la loupe, des éléments quartzeux détritiques.

Ce n'est pas du tout une lentille, mais un banc continu sur une longueur d'au moins 200 m. : il n'est interrompu que par les dispositions artificielles. Vers le Sud, on le retrouve en-dessous de la route, il atteint le lit du Gardon vers l'aplomb du passage à niveau. De l'autre côté, on le retrouve au-dessus de la ligne de l'Ardoise, où il est même plus important, et, malgré les placages ébouleux et la végétation, on se convainc de sa continuité jusqu'au contact de l'éminence rocheuse dont le relief et la couleur blanche ressortent dans le paysage.

Ces observations seraient à elles seules suffisantes pour affirmer l'adossement du banc de brèche à ce rocher, qui est constitué de l'Urgonien dont on retrouve les éléments dans la brèche ; cet Urgonien est à vrai dire fragmenté, mais se distingue parfaitement de la brèche sédimentaire. Cependant, la démonstration peut se faire présentement de façon encore plus complète, et je crois définitive. En redescendant droit sur les voies, on constate le prolongement de la roche urgonienne, presque jusqu'à toucher la ligne de l'Ardoise : soit sur une hauteur totale d'une cinquantaine de mètres. Ici, l'Urgonien est en blocs, dimensionnés à l'ordre du mètre, séparés par des lames de menus fragments à arêtes vives, vraie mylonite d'aspect bien distinct de la brèche sédimentaire et ne montrant pas de grains détritiques à la loupe ; on voit sur les blocs de belles petites surfaces, polies et striées. Et de plus, cet Urgonien repose obliquement sur un lambeau, qui avait jusqu'ici échappé aux observateurs, de calcaire marneux gris et jaune, avec *Exogyra latissima* (*E. Couloni* auct.), substratum normal de l'Urgonien dans toute la région. Cet Infracrétacé, calcaire et marneux, est enveloppé par du grès molassique tertiaire avec conglomérat le remaniant.

L'explication, donnée par Arn. Heim, s'impose dès lors. La butte possède une armature, Urgonien sur marne, qui pointait en île dans le lac tertiaire et a graduellement été recouverte par les dépôts de ce lac. Originellement ébranlé par les mouvements tectoniques, et dans des conditions de climat favorables, l'Urgonien était très fragmenté, et, à un moment donné, la chute d'un pan de rocher dont les débris ont été dispersés par l'eau à quelque distance a donné le banc de brèche, qui a tant préoccupé les observateurs.

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

La présence de marne à la base est d'autre part très importante : cette assise infracrétacique devait à l'origine être bien représentée vers le Nord. Cela explique l'abondance de ce côté des conglomérats, qui remanient cette roche avec l'Urgonien, et procèdent de la destruction des anciens affleurements.

Buttes alignées d'Alès au Sud-Est de Saint-Privat. — Cette butte remarquable est la première d'un alignement de neuf saillies urgoniennes isolées au milieu du Tertiaire. Comme elle, les deux suivantes de Debroche et de la Lichère sont de petites bosses à peu près rondes. La butte suivante, à Saint-Étienne-d'Alensac, est bien plus importante et de contour ovalaire ; je l'ai déjà décrite (*op. cit.*, p. 406). L'apparence de recouvrement qu'elle présente, sur le Tertiaire du côté sud, paraît n'être que le remplissage d'un surplomb, comme on en voit aux environs.

La butte suivante, la première sur l'embranchement de Saint-Privat, dont j'avais déjà signalé l'intérêt (p. 406), offre un détail plus complet et très démonstratif. L'Urgonien, bien visible au Sud de la route, franchit en réalité celle-ci : mais de ce côté nord il s'enveloppe de grès et conglomérat tertiaire qui d'une part se soude à la rocaille urgonienne, de l'autre renferme des galets de marne infracrétacique dont je n'avais pas vu la provenance. Or, j'ai constaté qu'au SW il ressort sous l'Urgonien un beau témoin de marne avec *Toxaster amplus*, *Exogyra Couloni* et *Panopea sp.* : ce lambeau tient le fond même du vallon voisin, il est évidemment recouvert par le Tertiaire. J'ai déjà signalé le rebord de l'Urgonien, du côté SE : il est visiblement tranché par une surface plongeant de 70 ou 80° dans cette direction, ne permettant par conséquent pas au Tertiaire de passer dessous ; on voit de ce côté des paquets ayant la signification de brèches tectoniques, et des miroirs de friction en vérité très nets (Planche XIII, B).

L'alignement des neuf buttes est remarquable, leurs sommets sont à 100 m. au plus de part et d'autre d'un axe rectiligne de 3.500 m. : l'idée d'une faille s'impose, et j'ai comparé à ce que serait la bordure devant les Cévennes, si le Tertiaire s'était élevé plus haut. Mais si cette faille est décelée, au revers SSE des buttes, par certains contours, par des miroirs et brèches de friction, il n'en apparaît aucune trace à travers les affleurements tertiaires qui séparent ces buttes : ainsi, l'examen des tranchées au carrefour des routes de Célas et de Saint-Privat exclut le passage d'une faille. Il faut donc conclure que cette faille est antérieure à la partie ici visible du comblement tertiaire, qui a noyé transgressivement sa lèvre surélevée, dont les érosions ultérieures

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

ont exhumé les sommités. C'est un parfait exemple de « faille masquée ».

Collines de Saint-Privat. — Avant ma publication de 1931, il n'avait été reconnu que des buttes urgoniennes plus ou moins étendues : j'ai montré (p. 404) que ces buttes se reliaient par les marno-calcaires subordonnés à *Toxaster amplus*, auparavant confondus avec le Tertiaire ; et j'ai recueilli, en particulier, *Hoplites angulicostatus* à 1 km. au Nord de Saint-Privat. De nouvelles observations me font augmenter encore l'extension de ces couches, en deux endroits importants.

D'abord vers le SW, ce terrain se prolonge et constitue la colline qui s'allonge vers Terrusse : ses assises bien stratifiées, bicolores, fournissent en grand nombre les fossiles habituels, et se couronnent de lambeaux d'Urgonien. Or, ce Crétacé arrive jusqu'à 200 m. de la route de Saint-Privat où pointent les buttes des Espinaux ; il se termine en fond de vallon, visiblement enveloppé par le Tertiaire, et celui-ci, tout autour de la colline, revêt le faciès gréseux ou limoneux à débris locaux. La transgression du Tertiaire paraît évidente, il est de plus probable que ses dépôts restent minces entre cette colline et les Espinaux, et que la liaison du Crétacé se fait à médiocre profondeur.

Le deuxième endroit est au NE de Saint-Privat : ici le marno-calcaire crétacique doit être étendu, à la place du Tertiaire, plus encore que je ne l'avais admis. J'ai recueilli (300 m. NE de l'église) un bel exemplaire de *Hoplites crioceroides*, au diamètre de 20 cent. La roche est d'ailleurs fragmentée, localement limitée par une petite surface subverticale orientée NNE et qui sans doute procède d'une faille.

De ce côté, la limite du Tertiaire est à vrai dire difficile à préciser. Dans des vallons à substratum crétacique, on voit des couvertures limoneuses que l'on ne sait discriminer entre le Tertiaire transgressif et les remaniements quaternaires.

Il se peut que, dans la profondeur, les collines de Saint-Privat recèlent des recouvrements sur les parties plus anciennes du Tertiaire, comme dans la vallée de l'Avène : rien ne l'atteste à la surface. Les affleurements paraissent montrer la transgression des dernières couches de ce Tertiaire sur des reliefs crétaciques. D'ailleurs les pendages du Tertiaire, dans l'ensemble, se présentent du NW à l'WNW d'un côté comme de l'autre (par ex. devant Lafon et Boyer). Après la transgression, qui est ici d'âge aquitanien, il y a eu mouvement de bascule dans cette direction.

Il faut donc considérer les collines de Saint-Privat, et les buttes voisines, comme immédiatement enracinées, avec possibi-

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

lité de chevauchements bordiers sur les couches profondes du Tertiaire : aucune observation n'impose d'ailleurs qu'il en soit ainsi. Entre ces collines et la bordure cévénole, il y avait à l'origine un chenal, où ces couches profondes ont fourni un peu de bitume signalé sur la feuille d'Alès, en prolongement des dispositions que j'ai décrites au NW de Salindres (p. 419).

Là Bédosse, vallée de l'Avène. — J'ai décrit (*ante* p. 408) les tranchées que traverse le chemin de fer de l'Ardoise au Nord de la Bédosse : cette ligne décrit une courbe, et par conséquent la représentation que j'ai donnée, avec hauteurs doublées, n'est pas une coupe. D'autre part sur une coupe générale (Pl. XX, C) j'ai porté un prolongement exagéré de la lame tertiaire sous la surface de chevauchement (z) centrale. Je donne à nouveau cette partie de coupe, qui suit la voie ferrée seulement à gauche de l'Avène.

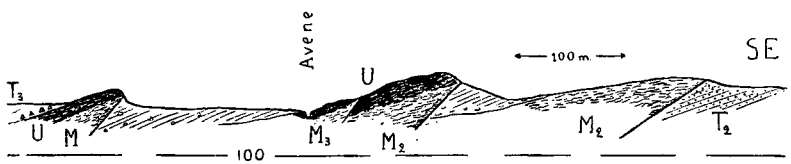


FIG. 2. — COUPE AU NORD-EST DE LA BÉDOSSE.
M_2, Marne à *Toxaster amplus*. M_3, Marne à *Tox. Ricordeaui*. U, Urgonien.
T_2, T_3, Assises inférieure et supérieure d'Alès.
La partie droite de la coupe suit la voie ferrée.

A ma description antérieure, j'ajouterai deux observations. La petite masse d'Urgonien qui dans la première tranchée de gauche, entre les hectomètres 45 et 46, se couche sur le Tertiaire, est réduite en menus fragments et ne paraît pas immédiatement tectonique : elle résulte plutôt de l'écroulement d'un rocher dont seule la racine subsiste sous la culée du pont [1], et dont le prolongement se voit juste au Sud, au delà du ruisseau qui débouche là. La coupe bien visible de ce côté, à 200 m. de distance, montre le contact vrai sur le Tertiaire beaucoup plus ascendant que dans la tranchée.

Là aussi, on voit que la pénétration du Tertiaire sous le Crétacé ne peut être que faible : car en suivant plus au Sud, on voit très

1. C'est ici, entre cet Urgonien et le calcaire marneux à *Toxaster amplus*, que j'ai trouvé *Toxaster Ricordeaui*. J'ai déterminé cet Oursin d'après un échantillon de Cotteau lui-même : il se retrouve au gisement de la Valus (hor. à *Desmoceras difficile*) où J. Lambert l'avait reconnu (*B.S.G.F.*, 4-IV, p. 842) des récoltes de Sayn et Roman (*ante*, p. 622 et 634). Le savant échinologiste a depuis créé pour ces sujets un *Toxaster seynensis* (*Notes provençales* de GUÉBHARDT, n° 11, p. 12 1920) : je n'ai pas retenu cette distinction comme spécifique.

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

vite ce Tertiaire se réduire et disparaître des affleurements. Une telle réduction met en évidence le caractère transgressif du Tertiaire contre le Crétacé originellement raviné. La nouvelle coupe donnée ici, et le chapitre interprétatif terminant cette note, feront comprendre ces dispositions.

Je ne reviendrai pas sur les environs du Pont d'Avène et du Merle. De ce côté, les couches crétaciques sont à vrai dire fort disloquées, Urgonien comme marne à *Toxaster amplus* : et cet Urgonien formant des barres semble présenter quelques récurrences ; je n'ai pas vu de raison d'admettre des intercalations normales de même faciès au sein des marnes (*cf.* ma note antérieure[1], p. 414). D'autre part, le fond de vallée de l'Avène présente sur une certaine largeur des limons et graviers évidemment alluviaux : il se peut que cet alluvionnement masque plus de Tertiaire que je n'en ai admis, question de purs détails.

La Liquière, Salindres. — Je maintiens simplement les descriptions que j'ai données de ces lieux.

Pointements méridionaux, Butte de Ginane. — Les derniers affleurements crétaciques reconnus sont de part et d'autre du Moulin du Juge : à l'Ouest, pointement urgonien de Bruguier, à l'Est petit massif de marne crétacique en recouvrement sur le Tertiaire.

Par contre, conformément à l'indication donnée par J. Goguel, je supprime l'indication d'un pointement urgonien à Ginane, lequel avait été figuré sur la Feuille d'Alès par P. Thiéry. En ce lieu, une petite butte montre, inclinées au SW, les couches tertiaires molassiques avec intercalation de poudingue, et les galets sont essentiellement de la zone à *Toxaster amplus* : l'Urgonien ne pointe nullement ici.

L'INTERPRÉTATION DU CRÉTACÉ DE LA PLAINE D'ALÈS : BRÈCHES TECTONIQUES ET BRÈCHES SÉDIMENTAIRES

Je reprends la question au point où l'avait laissée ma note de 1931. Dans la plaine d'Alès, il y a des affleurements assez étendus de Crétacé supérieur : 1° marno-calcaire à *Hoplites angulicostatus*, *H. crioceroides*, *Toxaster amplus* (ce dernier très abondant) ; 2° rudiment de calcaire marneux à *Tox. Ricordeaui* ; 3° Calcaire urgonien, en masses très apparentes. Ces affleurements constituent deux massifs, celui de Saint-Privat et celui de

1. Une correction typographique : p. 411, ligne 9 sous la figure 4 lire WNW, au lieu de WSW.

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

l'Avène (de la Bédosse à la Liquière), et de petits pointements isolés dans le Tertiaire. Mais il est probable que le Tertiaire séparant ces divers témoins crétaciques est mince, et que ces témoins se relient facilement en profondeur : du moins aucune observation ne permet d'affirmer l'opinion contraire. Nous avons donc, en somme, à distinguer un seul et même affleurement, fragmenté par le Tertiaire vers la fin de sa transgression — en dehors des accidents d'origine tectonique de la vallée de l'Avène.

Dans la situation initiale, nous envisageons donc une seule grande île, partageant le bassin oligocène en deux bras : le principal à l'Est, où se déposaient les Grès de Célas avec leurs lignites et bitumes ; l'autre entre les pointements de Salindres et Saint-Privat et la bordure cévénole, où une partie de la même assise a été reconnue en profondeur.

Par dessus viennent les assises d'Alès : l'inférieure marno-gréseuse avec poudingues à galets de provenances lointaines, est la seule qui se montre en contact avec le revers oriental refoulé et apparaisse entre les écailles de l'Avène, qui ont donc été mises en place après ou pendant son dépôt.

L'assise supérieure d'Alès, où les poudingues sont régulièrement remplacés par des conglomérats de Crétacé local, se montre au contraire entre les divers affleurements et tout autour du massif de Saint-Privat, sans aucune manifestation tectonique active. Les failles qui ont laissé leur trace sur les rochers urgoniens apparaissent ici antérieures, et seulement masquées par ce dernier dépôt qui n'en présente pas la trace.

Aussi, prenant les attributions les plus probables, j'ai conclu que les dislocations se plaçaient vers la limite des étages stampien et aquitanien.

Style tectonique de la plaine d'Alès. — Les actions tectoniques révélées par les affleurements crétaciques sont de deux types.

Dans la partie centrale, ce sont de simples failles, à inclinaisons très fortes, semblables à la faille bordière vers les Cévennes. L'alignement des buttes d'Alès au SE de Saint-Privat, s'explique très simplement par une faille qui, vers le NW, a rehaussé une crête, absolument comme sur la bordure de la Plaine devant les Cévennes : mais ici, la transgression des dernières couches a noyé cette crête, dont seules apparaissent aujourd'hui quelques sommités.

Au contraire autour de l'Avène, c'est la disposition en écailles refoulées vers le SE. Le refoulement le plus notable est celui qui limite les affleurements crétaciques devant Célas et Méjannes : le Crétacé passe en position anormale sur le Tertiaire, le recou-

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

vrement atteignant au moins un kilomètre. En arrière, il apparaît plusieurs recouvrements partiels, qui se manifestent sur de faibles longueurs.

Ces dispositions s'expliquent si on admet : 1° qu'il y a eu une compression suffisante pour refouler le Crétacé, primitivement en saillie, sur le Tertiaire ; 2° que ce Tertiaire était transgressif sur le Crétacé originellement érodé, présentant par suite des reliefs constitués de sa partie la plus dure, l'Urgonien. En dehors du gros effort, manifesté sur la bordure, il y a eu refoulement partiels de masses que l'érosion avait détaché. Un schéma illustrera mieux qu'une description.

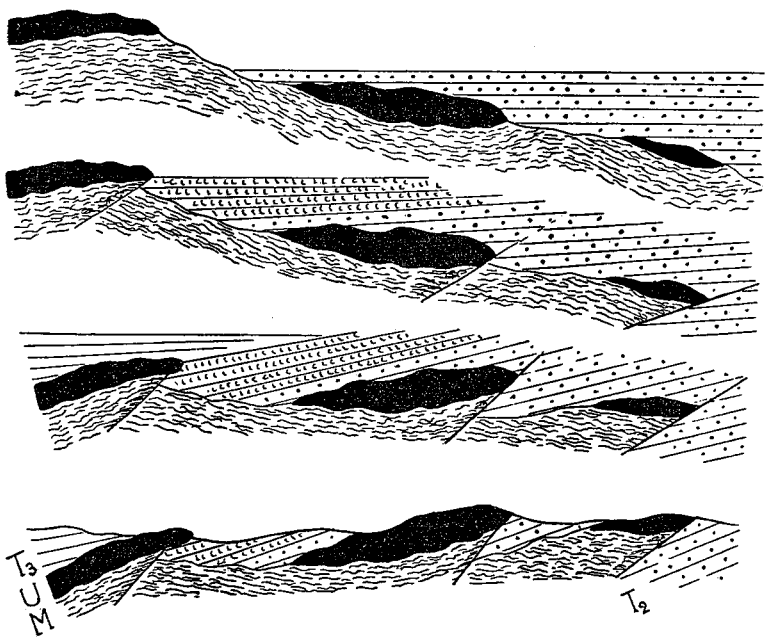


FIG. 3. — EXPLICATION SCHÉMATIQUE
DE LA MISE EN PLACE DES ÉCAILLES INFRACRÉTACIQUES.
États successifs du comblement tertiaire et du chevauchement des écailles. T_2, T_3, Assises inférieure et supérieure d'Alès en transgression sur le Crétacé (M, Marno-calcaire ; U, Urgonien) raviné et en déformation graduelle. La dernière coupe représente l'état actuel.

Caractères pétrographiques des brèches [1]. — De son premier examen des roches recueillies lors de la réunion de 1923, M. J. de Lapparent avait déjà tiré des conclusions fort intéres-

1. Ces lignes sont écrites avant d'avoir connaissance des obervations lithologiques susceptibles d'être faites sur mes échantillons, par M. J. de Lapparent.

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

santes. Notons d'abord que, pour lui, l'existence de brèches tectoniques apparaissait certaine.

De plus, le savant pétrographe a reconnu, entre les débris urgoniens anguleux, un ciment de calcite avec quelques menus grains de quartz et des minéraux phylliteux (ceux-ci il est vrai indiqués de Saint-Ambroix, et non de la Bédosse) : or, tous ces éléments ont montré des déformations. Voici comment il se représenta les choses (*op. cit.*, p. 533) :

« Sous une faible épaisseur de sédiments sableux, les calcaires crétacés ont été, à une certaine époque, soumis à une action de compression qui les *ébranla*. Cette compression fut suivie d'une détente qui permit leur *fragmentation*. A la suite de cette détente le colmatage des vides entre les fragments se produisit sous l'influence des eaux de circulation bicarbonatées et sableuses. Un ciment quartzeux, phylliteux et d'une mosaïque de calcite s'élabora. En suite de quoi le calcaire a pris sa structure bréchique.

« Des actions dynamiques violentes agirent alors sur l'ensemble à structure bréchique et firent jouer les fragments contre leur ciment. Les grains de quartz se brisèrent, les phyllites s'étirèrent, la mosaïque de calcite prit une structure cataclastique. »

Ce diagnostic exprime tout à fait ce que l'étude purement stratigraphique nous révèle, et cela est d'autant plus remarquable qu'alors l'auteur aurait pu être trompé par les idées tectoniques du moment, idées qui par la suite ont dû être abandonnées. Les actions mécaniques qui ont créé les dispositions maintenant visibles se sont exercées pendant un certain laps de temps. La présence de fins éléments comme le quartz qui ne se rencontre pas dans l'Urgonien, entre les débris de cette roche réunis sous forme de brèche, s'explique parfaitement par la pénétration de menus grains venant du dessus ; par contre, les marno-calcaires à *Toxaster* renferment eux de tels grains, et cette pénétration n'est même plus nécessaire. Il n'y a donc aucun argument à tirer de la présence de ces grains contre l'interprétation tectonique. J. de Lapparent voit au microscope une déformation mécanique, là où je la vois à l'œil sur les affleurements et dans les fossiles.

Il n'apparaît pas de minéraux de métamorphisme : ceci était attendu, les phénomènes tectoniques n'ayant ici rien de comparable aux grands charriages, comme ceux des séries géosynclinales, ce sont des déplacements superficiels de minimes amplitudes.

Il est également naturel, que souvent l'Urgonien apparaisse plus brisé que le marno-calcaire subordonné : celui-ci étant doué d'une certaine souplesse qui manque absolument à l'Urgonien.

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

Des poussées latérales de très faible amplitude, déplaçant un peu l'Urgonien, suffisent à briser cette roche compacte et rigide, à la manière d'un rocher soumis à un écroulement. Les exemples de ce genre abondent : par exemple l'Urgonien de la Garde à Marseille, est souvent mylonitisé tout en ne constituant qu'un petit dôme anticlinal.

Conclusions. — On peut rester indécis sur certains points, mal présentés ou bien recouverts ; on pourra par la suite apporter des modifications de détails, reprendre l'interprétation tectonique : il n'apparaît pas en tous cas possible de mettre en doute l'existence de pointements crétaciques au milieu de la Plaine tertiaire d'Alès.

Tous les caractères de ce territoire complexe sont parfaitement connus dans l'ensemble de la région du Sud-Est. Nombreux sont les bassins de subsidence créés après la phase essentielle du plissement pyrénéo-provençal, et en travers de ce plissement. La localisation des assises de l'Oligocène, avec transgression maximale de l'Aquitanien, est chose banale dans ces bassins ; la variété des accidents, failles et petits chevauchements prolongeant le paroxysme au cours de l'Oligocène, est également courante : par exemple dans le Bassin de Marseille et la vallée de l'Huveaune. Là aussi des accidents importants affectent une partie du dépôt tertiaire, et non la suite de ce dépôt qui masque souvent ces accidents : c'est au cours de l'époque stampienne que les derniers de ceux-ci se manifestent (sans préjudice, bien entendu, de certaines failles appartenant à d'autres périodes tectoniques). Le passage des brèches tectoniques aux brèches sédimentaires qui en procèdent se voit aussi en maint endroit : citons la bordure de la Garde et le Sud-Est d'Allauch, près Marseille. Enfin, la réduction des assises crétaciques par des érosions contemporaines de la sédimentation tertiaire est de règle absolue autour de ces bassins.

L'ensemble des dispositions se résume ainsi. Consécutifs à la phase pyrénéo-provençale, les grands effondrements se sont portés sur deux lignes, l'une en bordure des Cévennes, l'autre à gauche de l'Avène. Les couches tertiaires, au fur et à mesure de leur accumulation, s'inclinaient vers ces deux lignes (ceci n'est plus vrai en atteignant la vallée du Gardon). La partie intermédiaire comprend les collines de Saint-Privat et les affleurements de l'Avène, avec leurs dépendances entre Alès et Salindres : cet ensemble est d'abord resté en saillie, soumis aux érosions avant d'être à son tour recouvert par la transgression.

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

Particulièrement intenses devant le massif crétacique isolé, ces affaissements ont provoqué le chevauchement de ce massif suivant une « faille-plate » inclinée à 30° de l'horizon, avec discordance mécanique sur les couches tertiaires ; le recouvrement peut dépasser le kilomètre. De plus, cette poussée a décollé les assises crétaciques, et particulièrement la barre urgonienne sur les marnes subordonnées, spécialement là où sa tête avait été dégagée par les érosions précédentes : dans ces petits chevauchements intercalaires des lames d'Oligocène ont été emprisonnées, on peut sur une même coupe en rencontrer deux, sinon trois, en sus du chevauchement principal.

Il y a donc eu, transversalement au bassin tertiaire, une poussée des Cévennes vers les Garigues : poussée de faible amplitude, mais qui a suffi pour transformer l'Urgonien compact et cassant en une véritable mylonite, avec infiltration dans les interstices de menus grains détritiques venant du dépôt tertiaire qui persistait à se faire par dessus.

La dernière partie du comblement, d'âge aquitanien, s'est faite après la rémission de ces poussées : elle se contente de mouler les accidents antérieurs, comme la faille de Saint-Étienne et la « faille des Cévennes », pour reposer en transgression normale sur les bords des collines de Saint-Privat. Cette couverture manque d'ailleurs sur les chevauchements de l'Avène, mais ceci doit être imputé aux érosions ultérieures : il semble qu'à l'origine la couverture aquitanienne ait été totale, ce qui permet de croire au prolongement profond du Crétacé et de ses accidents vers le Nord-Est.

Pendant le dépôt même de cet Aquitanien, certains reliefs excessifs créés par la poussée se sont écroulés, d'où insertion au contact de brèches sédimentaires, de constitution très pures ; tandis que par ailleurs cette même assise est chargée de conglomérats reprenant après transport et usure les diverses roches du Crétacé inférieur.

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

EXPLICATION DES PLANCHES XIII et XIV.

Planche XIII.

A) **Vue prise d'Alès sur la Conillière et la tour Pouget.**

En dessous, fantôme de cette vue avec la situation des affleurements immédiatement visibles : 1, Marne à *Exogyra latissima* ; 2, Urgonien ; 3, Marnes et mollasses tertiaires ; 4, Brèche d'Urgonien intercalée ; 5, Conglomérat d'Infracrétacé (Le Tertiaire visible juste en contrebas de la butte urgonienne est plaqué contre le Crétacé, et non subordonné comme la perspective semble indiquer).

B) **Rocher au Nord-Est de Saint-Étienne.**

Broyage et polissage de l'Urgonien.

Planche XIV.

Répartition des affleurements crétaciques dans la plaine d'Alès.

Urgonien en noir, Marno-calcaire subordonné en gris. Assise tertiaire de Célas hachurée, Assises d'Alès en blanc.

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

Notice a la mémoire du Général L. de Lamothe

par **Maurice Gignoux**[1].

Notre confrère, Léon de Lamothe, né à Metz le 22 août 1849, décédé à Grenoble le 13 novembre 1936, y fut inhumé avec les honneurs militaires dus à son grade de Général de Division, ancien Directeur de l'Artillerie, Grand Officier de la Légion d'Honneur.

Nous reproduisons ci-dessous le texte du discours que M. Maurice Gignoux avait préparé, au nom de la Société, pour ces obsèques.

« La longue carrière du Général de Lamothe a été avant tout celle d'un soldat, d'un grand chef, d'un organisateur de notre défense nationale. Mais ce fut aussi celle d'un savant ; et c'est seulement cette carrière scientifique que je voudrais évoquer ici.

« Dans la grande armée de la Science, la solidarité particulière qui unit tous les géologues fait de la Géologie comme une sorte d'arme d'élite, où l'« esprit de corps », dans le plus beau sens de ce terme, est plus fortement développé qu'ailleurs. A courir ensemble montagnes et déserts, à partager les fatigues de lointains voyages ou d'explorations parfois pénibles et difficiles, les géologues plus que les autres travailleurs de Laboratoires apprennent à se connaître et à s'estimer, et se sentent tous membres d'une grande famille. Universitaires, ingénieurs, soldats, industriels, collectionneurs, tous ceux que passionne la Géologie se sont depuis un siècle groupés en une « Société Géologique de France », dont l'activité et l'influence n'ont cessé de grandir.

« Le Général de Lamothe en faisait partie depuis 1875 : c'est donc pendant une période exceptionnellement longue de 60 années qu'il a apporté à la Science française sa part de collaboration.

« Collaboration d'autant plus méritoire et précieuse qu'elle était plus désintéressée, dégagée de toute préoccupation de carrière ou d'ambition personnelle. Le Général appartenait à cette pléiade, autrefois nombreuse, trop clairsemée aujourd'hui, de ceux que nous qualifions du beau nom de « géologues amateurs ». Dans l'arme d'élite de la Géologie, les géologues amateurs sont notre « corps franc » ; et c'est d'eux bien souvent que nous sont

1. Notice lue à la séance du 7 juin 1937.

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

venues des idées un peu nouvelles et hardies, qui germent parfois plus facilement dans des esprits indépendants, formés par eux-mêmes en dehors de tout enseignement trop dogmatique.

« Tel fut le cas de de Lamothe. Et c'est dans nos montagnes dauphinoises que semble être née sa vocation de géologue. Le Laboratoire de Géologie de Grenoble venait d'être fondé par Charles Lory ; le jeune officier accompagna l'universitaire dans maintes randonnées en haute montagne ; il eut l'occasion d'y rencontrer aussi Marcel Bertrand, alors jeune ingénieur des Mines ; de sorte qu'avec le Général de Lamothe disparaît le dernier compagnon de cette première équipe de géologues alpins.

« Par sa formation polytechnicienne, par les questions de cartographie dont sa carrière d'officier l'amenait à s'occuper, il fut naturellement conduit à s'intéresser à l'explication géologique des formes topographiques. Et ce furent les côtes algériennes qui fournirent matière à ses premiers travaux personnels. Appelé par ses fonctions à résider longuement dans notre Afrique du Nord, il y fut frappé par l'existence, au-dessus des rivages actuels, d'une série de replats étagés. Il put démontrer que chacun de ces replats était la trace d'un ancien stationnement de la mer, d'une ancienne plage : il repéra exactement les altitudes de ces anciennes plages, en retrouva les sédiments, sables, vases ou galets, et étudia les coquilles fossiles que la mer y avait laissées comme preuve de son stationnement.

« Et surtout il eut le premier l'idée de suivre, vers l'intérieur du continent, les anciennes plaines alluviales, les « terrasses fluviatiles », édifiées par les fleuves côtiers qui débouchaient dans ces anciennes mers, à des altitudes échelonnées jusqu'à 200 m. au-dessus de la Méditerranée actuelle. C'était là une idée des plus fécondes, car elle mettait en relation deux sortes de phénomènes que l'on n'avait point auparavant songé à raccorder les uns avec les autres, d'une part les anciennes plages, d'autre part ces terrasses fluviatiles.

« Une description très détaillée de la basse vallée de l'Isser, fleuve côtier qui coule à l'Est d'Alger, lui fournit une magnifique illustration de ces idées : il en fit le sujet d'un important ouvrage, publié dans les Mémoires de la Société géologique de France en 1911, et qui demeure l'œuvre capitale de de Lamothe, non seulement à cause de la précision avec laquelle ces phénomènes sont décrits, mais surtout en raison du retentissement que ces idées nouvelles eurent immédiatement, en France d'abord, à l'étranger ensuite. Ce devint le début de toute une série de recherches analogues, d'une véritable école, à laquelle je m'ho-

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

nore d'avoir consacré moi-même les premières années de ma carrière scientifique.

« Ces recherches, d'ailleurs, furent dès l'abord encouragées par Charles Depéret, qui, par une curieuse coïncidence, avait lui aussi débuté comme Médecin aide-major au 2me Régiment d'Artillerie à Grenoble. Et c'est aussi un autre officier, le Commandant Caziot, devenu conservateur du Musée d'Histoire naturelle de Nice, qui devait continuer sur les côtes des Alpes-Maritimes les travaux que de Lamothe avait commencés en Algérie. De sorte que ces trois noms, de Lamothe, Depéret, Caziot, resteront dans le souvenir de notre génération de géologues comme ceux des premiers pionniers d'une nouvelle voie de recherches, pionniers suivis encore aujourd'hui par de nombreux travailleurs.

« Il est à peine besoin de rappeler ici les premières idées générales qui résultèrent de ces recherches.

« D'abord l'étude des coquilles fossiles récoltées par le Général en Algérie et en Tunisie se révéla féconde en résultats intéressants. De Lamothe s'assura pour cela la précieuse collaboration de notre regretté confrère, Ph. Dautzenberg, autre « amateur », conchyliologiste éminent et possesseur d'une magnifique collection. A eux deux, ils publièrent en 1907, dans notre Bulletin, un catalogue des Mollusques fossiles dans le Pliocène du Sahel d'Alger, dans lequel la répartition géographique des nombreuses espèces encore vivantes est soigneusement précisée ; la belle série de coquilles décrites dans cette monographie fut plus tard donnée par le Général, de son vivant, au Laboratoire de Géologie de l'Université de Grenoble.

« Quant aux espèces du Quaternaire algérien et tunisien, Dautzenberg, qui connaissait parfaitement les faunes exotiques, y retrouva diverses espèces de l'Atlantique tropical, dont les plus célèbres sont le Strombe du Sénégal et le grand Cône de la Guinée. Ainsi fut soulignée pour la première fois l'individualité de cette « faune à Strombes », dont Issel devait plus tard faire le type de son étage tyrrhénien ; car le nombre des gisements connus de cette faune n'a cessé d'augmenter : c'est bien là le dernier de cette longue série d' « étages méditerranéens » dont Suess avait commencé l'histoire.

« Rapprochant les conditions analogues des gisements de Quaternaire marin dans l'Afrique du Nord et dans les Alpes-Maritimes, de Lamothe et Depéret en déduisirent qu'un rythme commun avait dû régler, tout autour de la Méditerranée, les oscillations des anciens rivages. Et c'est à eux que revient le mérite d'avoir

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

ainsi rappelé l'attention des géologues du Quaternaire sur la vieille théorie des « mouvements eustatiques », qu'il serait trop long de développer et de critiquer ici.

« Disons seulement que toute la vie scientifique de de Lamothe fut dès lors véritablement obsédée par l'idée de retrouver partout et malgré tout, sur le globe entier, les traces des « niveaux marins » qu'il venait de définir en Algérie, avec une précision mathématique.

« Des attaches familiales l'appelaient souvent en Lorraine ; et les Vosges lui étaient trois fois chères, comme soldat, comme géologue et comme lorrain ; dès 1897 il avait publié un petit travail sur les alluvions des vallées vosgiennes ; et c'est à elles qu'il a consacré ses derniers ouvrages, imprimés dans le Bulletin de la Société géologique et datés de 1924 et de 1930.

« Un séjour à Amiens lui permit d'étudier la vallée de la Somme en 1916. Enfin, entraîné par sa passion de savant, il a pris part à divers Congrès internationaux et visité les côtes du Mexique et les lointaines plages de l'Amérique du Nord et du Spitzberg pour y trouver des arguments en faveur de ses idées favorites.

« Cependant notre Dauphiné le retenait toujours ; les vastes plaines du Rhône et de la Basse Isère lui offraient un terrain particulièrement propice pour mettre à l'épreuve ses méthodes de travail. Et c'est à lui que l'on doit la première étude détaillée des plateaux d'alluvions anciennes des environs de Valence ; la description qu'il en a donnée reste un modèle de précision et de minutie, et est devenue la base de nombreux travaux ultérieurs sur cette région.

« Et enfin, c'est à Grenoble qu'il était revenu se fixer et qu'il rédigea ses derniers ouvrages. Il n'oublia pourtant jamais sa chère Société géologique parisienne ; et quand l'un de ses confrères grenoblois le rencontrait aux abords de la Place Sainte-Claire, au cours de ses dernières promenades, le Général ne manquait jamais de s'enquérir de l'activité de la Société. Aussi n'avons-nous point été surpris de retrouver, dans ses dispositions testamentaires, une preuve de ce touchant et fidèle attachement : de Lamothe a légué à notre Société, non seulement une importante série d'ouvrages, mais surtout un capital de 20.000 francs, destiné à fonder un prix pour encourager les recherches sur le Quaternaire marin. Ses libéralités n'ont point oublié non plus les établissements scientifiques de sa ville adoptive : sa magnifique collection de coquilles vivantes est allée au Muséum d'Histoire naturelle de Grenoble ; et il a légué au Laboratoire de Géologie

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

de l'Université ses séries de roches et de fossiles et surtout sa bibliothèque scientifique, riche de près de 4.000 ouvrages et brochures.

« Aussi la Société Géologique de France se devait-elle d'adresser un dernier adieu, un dernier merci, au géologue qui vient de disparaître, et d'assurer de ses sincères et respectueuses condoléances les membres de sa famille. Et enfin pour nous tous, une telle carrière d'activité scientifique infatigable et totalement désintéressée n'est-elle pas un exemple, un réconfort, un témoignage de la puissance des forces spirituelles, de cette passion de la Science pure dont le pouvoir créateur tient à la part d'éternité qu'elle nous permet d'entrevoir ».

LISTE CHRONOLOGIQUE DES PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES DU GÉNÉRAL L. DE LAMOTHE

Abréviations : B. S. G. F. = Bull. de la Soc. géol. de France.
CR. A. S. = Comptes-Rendus de l'Acad. des Sciences

1897. Note sur les terrains de transport du bassin de la Haute-Moselle et de quelques vallées adjacentes (*B. S. G. F.*, 3e sér., t. 25, p. 378).

1899. Note sur les anciennes plages et terrasses du bassin de l'Isser (département d'Alger) et de quelques autres bassins de la côte algérienne (*B. S. G. F.*, 3e sér., t. 27, p. 257).

1901. Étude comparée des systèmes de terrasses des vallées de l'Isser, de la Moselle, du Rhin et du Rhône ; preuves que leur formation est due à des oscillations eustatiques du niveau de base (*B. S. G. F.*, 4e sér., t. I, p. 297).

— Sur le rôle des oscillations eustatiques du niveau de base dans la formation des systèmes de terrasses de quelques vallées (*CR. A. S.*, 10 juin 1901).

1903. Sur la présence d'alluvions granitiques à de grandes hauteurs au-dessus du niveau actuel de la Loire et du Cher (*B. S. G. F.*, 4e sér., t. 3, p. 36).

— Sur le passage du Rhin par la vallée du Doubs et la Bresse pendant le Pliocène (*CR. A. S.*, 10 août 1903).

1904. Les anciennes lignes de rivage du Sahel d'Alger (*CR. A. S.*, 28 déc. 1904).

— Note sur les relations stratigraphiques qui paraissent exister entre les anciennes lignes de rivage de la côte algérienne et celles signalées sur la côte niçoise (*B. S. G. F.*, 4e sér., t. 4, p. 14).

1905. Les dépôts pléistocènes à *Strombus bubonius* Lmk. de la presqu'île de Monastir (Tunisie) (*B. S. G. F.*, 4e sér., t. 5, p. 537).

— Les anciennes lignes de rivage du Sahel d'Alger (*CR. A. S.*, 13 juin 1905).

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

1906. Les terrasses de la vallée du Rhône en aval de Lyon (*CR. A. S.*, 14 mai 1906).
— Le climat de l'Afrique du Nord pendant le Pliocène supérieur et le Pléistocène (*Comptes rendus du X^e Congrès géol. international au Mexique*).
1907. Note sur la Géologie du Cambodge et du Bas-Laos (*Mém. de la Soc. géol. de France*, 4^e sér., t. I, mém. n° 5).
— Les gîtes fossilifères des marnes plaisanciennes du Sahel d'Alger (*B. S. G. F.*, 4^e sér., t. 7, p. 481).
— Description d'une espèce nouvelle du Pliocène inférieur algérien (en collab. avec Ph. DAUTZENBERG) (*Journ. de Conchyliologie*, vol. 55, p. 358).
1910. Note préliminaire sur les terrasses des environs de Valence (*B. S. G. F.*, 4^e sér., t. 10, p. 805).
1911. Les anciennes lignes de rivage du Sahel d'Alger et d'une partie de la côte algérienne (*Mém. de la Soc. géol. de France*, 4^e sér., t. I, mém. n° 6).
1912. Au sujet du déplacement de la ligne de rivage le long des côtes algériennes pendant le Post-Pliocène (*B. S. G. F.*, 4^e sér., t. 12, p. 343).
1914. Les anciennes nappes alluviales et terrasses du Rhône et de l'Isère près de Valence (*CR. A. S.*, 15 juin 1914).
1915. Les anciennes nappes alluviales et les terrasses du Rhône et de l'Isère dans la région de Valence (*B. S. G. F.*, 4^e sér., t. 15, p. 3).
1916. Les anciennes lignes de rivage du bassin de la Somme et leur concordance avec celles de la Méditerranée occidentale (*CR. A. S.*, 19 juin 1916).
1918. Les anciennes nappes alluviales et lignes de rivage du bassin de la Somme et leurs rapports avec celles de la Méditerranée occidentale (*B. S. G. F.*, 4^e sér., t. 18, p. 3).
1919. V. Commont ; notice nécrologique (*B. S. G. F.*, 4^e sér., t. 19, p. 124).
1921. Faune marine contemporaine en Algérie de la ligne de rivage de 148 m. (1^re note) (*B. S. G. F.*, 4^e sér., t. 20, p. 240).
— Les anciennes nappes alluviales de la vallée du Rhône en aval de Lyon (*B. S. G. F.*, 4^e sér., t. 21, p. 97).
1922. Faune marine contemporaine en Algérie de la ligne de rivage de 148 m. (2^e note) (*B. S. G. F.*, 4^e sér., t. 22, p. 154).
1923. Observations sur la distribution dans les mers actuelles des Mollusques de l'argile à *Yoldia* des environs de Christiania (*B. S. G. F.*, 4^e sér., t. 23, p. 158).
1924. Les anciennes nappes alluviales du bassin de la haute Moselle. Évolution tectonique du relief des Vosges méridionales et origine du barrage de Noir-Gueux (*B. S. G. F.*, 4^e sér., t. 24, p. 321).
— Évolution tectonique du relief des Vosges méridionales pendant le Quaternaire et solution du problème de Noir-Gueux (*CR. A. S.*, 16 juin 1924).
1930. L'ancien lac de la haute Moselle : étude des deltas contemporains et conclusions que l'on peut déduire de son existence (*B. S. G. F.*, 4^e sér., t. 30, p. 743).

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

JOSEPH BLAYAC
1865-1936

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

JOSEPH BLAYAC
1865-1936

NOTICE NÉCROLOGIQUE

PAR **M. Thoral** [1].

1 PORTRAIT

Le Conseil de la Société a bien voulu me charger d'évoquer la grande figure et l'œuvre scientifique de notre regretté confrère Joseph BLAYAC, décédé subitement le 17 novembre 1936, dans sa maison de Montpellier, mais c'est avec une émotion que comprendront tous ses innombrables amis que je m'acquitte de ce pieux devoir, car je crains que les mots ne soient impuissants à rendre un hommage mérité à celui qui, à mes yeux, personnifia le Savant, le Maître et l'Ami.

Joseph BLAYAC naquit à Montpellier le 15 août 1865, dans la petite maison où son père dirigeait avec autorité et compétence une modeste institution d'enseignement primaire. Nous trouvons déjà dans cette origine méridionale et dans la profession paternelle les facteurs déterminants du caractère de notre confrère ; celui-ci fut toujours un pédagogue enthousiaste et un organisateur dans tous les domaines où son activité s'est exercée.

Après avoir préparé son Baccalauréat au Lycée de Montpellier, Blayac commença ses études en vue de la licence de Science naturelles à la Faculté de sa ville natale sous la direction des Maîtres renommés Paul Gervais de Rouville et Charles Flahault. Malheureusement son père mourut en 1887. J. Blayac partit en qualité de répétiteur au Collège de Draguignan le 26 novembre 1888. Il n'y devait rester que 5 mois et le 3 avril 1889, il obtenait un poste de Maître auxiliaire au lycée de Marseille. Cette nomination décida de l'orientation de toute sa carrière. En effet, poursuivant ses études à la Faculté de Marseille, il devint l'élève, puis le disciple de Gaston Vasseur, alors

1. Notice lue à la séance du 7 juin 1937.

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

jeune professeur de 34 ans. D'une aménité légendaire et d'un savoir incomparable, ce Maître sut éveiller la vocation géologique chez de nombreux étudiants, les agréger en une équipe de chercheurs passionnés ; Blayac était de ceux-là. Il faut l'avoir entendu, même au soir de sa vie, parler avec ferveur de ses courses d'étudiant, des travaux effectués en commun au Laboratoire de Marseille alors doté d'un matériel insuffisant et désuet pour réaliser ce qu'un Maître vénéré peut obtenir de ses élèves et combien son influence, sa parole et son exemple façonnent d'une manière durable leur intelligence et leur cœur.

Sous cette direction éclairée, J. Blayac termina sa Licence et, en 1891, il fut nommé Collaborateur au Service de la Carte Géologique de la France, puis en 1892, Collaborateur au Service de la Carte d'Algérie. C'était une chose décidée : il serait géologue. Ses fonctions d'enseignement en France ne lui permettant pas de se consacrer à des recherches sur un sujet neuf, il se fit mettre en congé sans traitement et du 1er avril 1891 au 31 octobre 1897 passa la plus grande partie de son temps soit comme préparateur à l'École Préparatoire à l'Enseignement Supérieur à Alger, soit en missions scientifiques dans le Nord-Est de l'Algérie. Ses vacances étaient employées à des courses dans le Tertiaire d'Aquitaine où, avec G. Vasseur et J. Répelin, il devait établir la meilleure synthèse relative à un bassin tertiaire français.

Notre confrère commença ses travaux personnels en Algérie, mais dès le début ceux-ci devaient se poursuivre dans trois directions : d'abord des recherches de Géologie appliquée avec l'étude des gisements de phosphate de chaux des environs de Tébessa, ensuite des recherches de Géologie stratigraphique et structurale avec l'étude géologique du bassin de la Seybouse et des régions avoisinantes, enfin la stratigraphie des terrains tertiaires d'Aquitaine et l'évolution morphologique de ce grand bassin.

Malheureusement à l'époque où Joseph Blayac entreprit ses explorations dans la Province de Constantine, la malaria sévissait encore sur les Hautes Plaines. Il contracta cette longue et douloureuse maladie ; le rythme de ses publications africaines s'en ressentit. Fatigué, notre confrère rentra en France et, le 1er novembre 1897, il était nommé Préparateur-adjoint de Géographie Physique à la Faculté des Sciences de Paris. Titularisé dans ses fonctions le 1er novembre 1899 il devait les exercer jusqu'au 1er janvier 1901, date à laquelle Haug se l'attacha en qualité de Préparateur de Géologie à la Sorbonne. Ainsi J. Blayac

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

acquit successivement une formation de stratigraphe méticuleux, de géologue pratique et de morphologiste. Dans tous ses travaux et notamment dans sa thèse soutenue à Paris, en 1912, nous retrouverons la trace de cette formation encyclopédique.

Entre temps il avait été nommé Répétiteur chargé de conférences à l'Institut national agronomique où M. L. Cayeux lui prodiguait conseils et encouragements et l'initiait à l'étude microscopique des sables. De plus, quatre fois il avait assuré l'intérim de Chef des Travaux pratiques de Géologie à la Sorbonne, aussi en 1913 fut-il titularisé dans ce poste qu'il occupa jusqu'en 1918. Il le délaissa pour aller Professeur titulaire à la Faculté des Sciences de Dijon où il ne resta qu'une année. La Chaire de Géologie de sa ville natale était devenue vacante par suite du décès de A. Delage, J. Blayac posa sa canditature, et, le 1er novembre 1919, était nommé Professeur de Géologie à la Faculté de Montpellier. Il réalisait ainsi l'une de ses plus chères ambitions ; il allait pouvoir donner toute sa mesure comme organisateur et comme pédagogue.

Par suite de circonstances diverses, déménagements, incendie, les collections de cet établissement s'étaient amenuisées ; ce qu'il en restait n'était guère utilisable. J. Blayac entrepris de les reconstituer. Inlassablement il sollicita des subventions pour acheter des meubles ; il rechercha des géologues amateurs, les intéressa à ses projets, les groupa autour de lui pour l'œuvre commune. En quelques années, grâce aux dons qu'il sut obtenir et à l'aide trouvée auprès d'une population compréhensive, il rassembla des collections qui font aujourd'hui l'admiration de tous les visiteurs. Toujours dans le même ordre d'idées il réussit à acquérir un certain nombre de volumes, noyau d'une bibliothèque de laboratoire qu'il devait enrichir même après sa mort puisque, respectant ses volontés maintes fois exprimées, sa famille a fait don au laboratoire de tous les ouvrages de géologie qu'il possédait.

Dans le domaine de l'enseignement son influence fut aussi bienfaisante. Formé à l'école de Vasseur et de Haug, il apportait à Montpellier des idées nouvelles. Les étudiants et les amateurs réapprirent le chemin du Laboratoire et quelques-uns même se fixèrent près du Maître. Enfin, lorsque le gros travail matériel de réorganisation fut achevé, J. Blayac faisant preuve d'une rare faculté d'adaptation — il avait alors plus de soixante ans — reprit l'étude des terrains paléozoïques de la Montagne Noire. Avec ses collaborateurs il assura la révision de la Feuille géo-

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

logique de Bédarieux et dirigea la préparation et la rédaction de deux thèses relatives aux formations primaires de cette région.

Atteint par la limite d'âge en 1935, il ne réduisit guère son activité. Ses forces ne lui permettant plus les longues randonnées, il se consacra tout entier à la Géologie appliquée qu'il n'avait d'ailleurs jamais abandonnée. Récemment, une vaste enquête ayant été entreprise pour connaître les ressources de la France en pétrole, l'Office National des Combustibles Liquides avait chargé J. Blayac de diriger et de coordonner les recherches dans le Languedoc. Il accepta cette tâche supplémentaire mais ne s'autorisa plus que d'insuffisantes périodes de détentes passées généralement dans son jardin. C'est au cours d'une de ces heures de repos, entre deux rédactions de rapport sur les explorations entreprises dans la vallée de la Vis, qu'il ressentit les premiers symptômes de la crise qui devait l'emporter. Malgré les soins dévoués de Mme Blayac et de son cousin le Docteur Pourquié, une hémorragie cérébrale le terrassa en quelques secondes.

Cette fin brutale nous surprit tous, car si J. Blayac était sujet à des malaises douloureux devenus plus fréquents dans les dernières années, il nous apparaissait encore robuste, plein d'allant et souvent d'une gaîté de bon aloi. De plus, il ne s'écartait guère d'un sévère régime alimentaire. Sa disparition laisse un vide immense dans le cercle des géologues languedociens où son activité et son entrain étaient proverbiaux. Elle est encore plus cruelle pour ceux qui ont apprécié les trésors de générosité qui se cachaient derrière des manières volontairement bourrues.

Durant la première partie de sa vie Joseph Blayac avait été durement éprouvé. Jeune encore il avait été obligé de subvenir à ses besoins et, en outre, affaibli par la fièvre paludéenne contractée en Algérie. Heureusement en 1903, il avait trouvé la compagne dévouée qui sut comprendre et tempérer son caractère entier; l'influence de Mme Blayac et, plus tard, celle de leur fils Pierre, né en 1908, furent des facteurs de stabilisation et de pondération qui permirent à notre regretté confrère de poursuivre sa carrière avec une parfaite tranquillité d'esprit.

Sa probité et sa loyauté lui faisaient un devoir de n'accepter que les opinions qu'il tenait pour rigoureusement vraies et ce dans tous les domaines. Au point de vue scientifique, il eut le courage de résister à l'engouement qui suivit la démonstration de l'existence de grands déplacements tangentiels dans les Alpes. Simple préparateur en Sorbonne, il soutint contre d'illustres

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

Maîtres qu'il n'y avait aucun charriage important ni dans le Bassin de la Seybouse, ni dans les régions avoisinantes ; l'avenir devait lui donner raison.

Dans le domaine social, il soutint toutes les idées généreuses. Il croyait à la possibilité d'organiser une société plus parfaite. Payant de sa personne, il accepta même d'être adjoint au Maire de Montpellier et délégué à l'Hygiène de 1925 à 1929.

Il resta toujours d'un caractère jeune et humain et de toutes ses forces il aida les jeunes dans leur difficile lutte pour la vie. D'un tempérament impétueux, prompt à s'éprendre d'une idée, puis s'y accrochant de toute sa volonté, d'une exhubérance méridionale, J. Blayac surprenait dès l'abord ; mais dès qu'on avait surmonté cette impression on découvrait l'homme infiniment bon, compréhensif, érudit et modeste. C'est cette vraie figure de Joseph Blayac que j'aurais voulu évoquer, celle que connaissent bien ses anciens élèves, celle qu'ils vous demandent de conserver.

*
* *

Si l'Homme valait d'être connu, le Géologue ne fut pas moins méritant comme va nous le prouver une rapide analyse de son œuvre scientifique et d'abord de ses travaux dans le Nord de la Province de Constantine. Les publications qui en résultèrent, commencées en 1894 avec la description géologique du Dyr et du Kouif, près Tébessa, et terminées en 1916 par une courte étude sur la chaîne numidique, au Nord-Ouest de Guelma, ne comprennent pas moins de 28 notes et un volumineux mémoire. Ce dernier, intitulé « Esquisse géologique du Bassin de la Seybouse et de quelques régions voisines », est évidemment la pièce maîtresse de l'œuvre de J. Blayac qui le présenta, en 1912, comme thèse de Doctorat devant la Faculté des Sciences de Paris. Toutes les observations antérieures relatives au territoire étudié y sont mises au point, complétées, coordonnées en un ensemble harmonieux, véritable modèle de monographie géologique régionale.

La Seybouse est un important fleuve côtier algérien dont l'embouchure se trouve à quelques kilomètres au Sud de Bône ; on le nomme encore Oued Cherf dans sa traversée de l'Atlas tellien, Oued el Hammimine sur les Hautes Plaines constantinoises et Oued el Trouch dans la région de sa source, près du Djebel el Kalaa, à 225 km. de l'embouchure et à 125 km. en ligne droite au Sud de Bône. J. Blayac a surtout exploré la région

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

située en amont de Guelma, c'est-à-dire les Hautes Plaines et leur bordure tellienne.

On sait que les Hautes Plaines constantinoises forment une sorte de cuvette, d'altitude comprise entre 800 m. et 1.000 m., située entre l'Atlas tellien (Monts de la Medjerda) au Nord, l'Aurès et les Monts des Nemencha au Sud, la frontière tunisienne à l'Est et, approximativement, la voie ferrée de Constantine à Batna à l'Ouest. Au début des temps quaternaires, elles constituaient une sorte de bassin fermé, marécageux, sans écoulement vers la mer. Des rivières lentes et sinueuses, convergeant vers le centre de la cuvette, y amenaient les eaux des faibles reliefs environnants. La Haute Seybouse, ou Oued Cherf, est au contraire un torrent méditerranéen très actif qui, par érosion régressive, a poussé sa tête jusque sur le territoire des Hautes Plaines, draînant vers la Méditerranée la plus grande partie des eaux accumulées. Ainsi s'explique le contraste qui apparaît entre le cours torrentiel de l'Oued Cherf et l'allure tranquille de l'Oued el Hammimine, de l'Oued el Trouch, de l'Oued Mellègue et de leurs affluents. Depuis, les marécages se sont asséchés peu à peu ; l'activité colonisatrice de la France a contribué à cet assainissement et il n'en subsiste plus aujourd'hui que des Sebkhas d'eau douce ou salée, témoins de l'état primitif de cette région.

L'origine de la salure de ces lacs doit être généralement recherchée dans la présence de nombreux gisements de Trias gypso-salifère qui affleurent aux environs de Souk-Ahras et de Clairefontaine.

Tous les géologues ont présente à l'esprit l'histoire de la découverte du Trias en Afrique du Nord, lors de la Réunion extraordinaire de la Société Géologique en Algérie. D'abord K. von Zittel reconnut des Myophories parmi les fossiles recueillis par M. Goux ; puis, sous la conduite de ce dernier, MM. Marcel Bertrand, Lantenois et Lory allèrent, aussitôt après la Réunion, visiter le gisement du Djebel Chettabah, près Constantine. Ils y reconnurent un authentique Trias sous un faciès lagunaire analogue à celui de Provence. Dès lors, l'idée s'imposa que la plupart des formations gypso-salines que l'on croyait résulter d'un métamorphisme dû aux ophites devaient être rangées dans le Trias.

J. Blayac s'évertua à reconnaître ce terrain qui offre toujours la même composition lithologique : des marnes bariolées, du gypse, du sel gemme, des calcaires compacts, des calcaires fissiles, des calcaires dolomitiques, des dolomies, des cargneules et

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

des psammites en sont les principaux éléments. Comme dans le Sud de la France, on y trouve de nombreux cristaux de quartz bipyramidés, de pyrite de fer et de dolomie. Enfin, il est presque toujours traversé par des roches éruptives ophitiques, en dykes, en filons ou en bosses plus ou moins disloquées. Les fossiles y sont rares. Quelques Myophories, voisines de *M. vulgaris* SCHL., *Mytilus psilonoti* QUENST., de mauvais moules de Lamellibranches en constituent toute la faune. C'est une série d'origine lagunaire et marine. Elle renferme les plus anciens dépôts sédimentaires datés du Bassin de la Seybouse.

Le Trias forme le noyau profond de dômes ou de brachyanticlinaux desquels, grâce à sa plasticité, il s'est éjecté par des sortes de boutonnières, aussi vient-il toujours en contact anormal avec les formations encaissantes. Cette hypothèse rejoint l'opinion déjà formulée en 1896 par Marcel Bertrand, à propos du Trias du Djebel Chettabah.

Si le Jurassique est médiocrement représenté entre les Monts Aurès et la mer, par contre les terrains crétacés y occupent une très grande place. Dans le bassin de la Seybouse et dans les régions avoisinantes, J. Blayac a reconnu tous les étages à l'exception du Valanginien qui paraît absent et du Danien, certainement présent, mais sans fossiles. Parmi la multitude de faits nouveaux qu'apportent ses travaux, je ne mentionnerai que les plus importants.

C'est d'abord la découverte de l'Hauterivien représenté au Djebel Djaffa — ou Djebel Ahmar — sous un faciès bathyal de marnes noires et grises, fissiles, contenant des Ammonites pyriteuses et des Bélemnites plates semblables à celles que cet étage renferme dans la vallée du Rhône. En d'autres points, notamment dans les derniers témoins orientaux de la Chaîne numidique, l'Hauterivien est sous le faciès récifal de calcaires à Rudistes.

Le Barrémien était déjà connu, ainsi que l'Aptien sous son faciès de marnes à petites Ammonites pyriteuses. J. Blayac a montré que les calcaires à Rudistes dont le rôle est capital dans la topographie des Hautes Plaines algériennes et qu'on plaçait tantôt dans le Jurassique, tantôt dans le Néocomien, tantôt dans l'Aptien, appartiennent bien à cet étage. Au Djebel Hammimat, il observa le passage latéral de ces calcaires à Rudistes aux marnes à *Parahoplites Deshayesi.* Au Sidi-Rgheis, l'Aptien néritique est compris entre des grès barrémiens et la zone de passage de l'Aptien à l'Albien, zone caractérisée par *Parahoplites gargasensis*, *Douvilleiceras pretiosum*, etc...

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

L'Albien n'avait encore été signalé que par Coquand (1852), J. Blayac reconnut son importance dans la région de la Seybouse. Il le sépara du Vraconnien, ou Cénomanien inférieur, dans lequel il découvrit une riche faune d'Ammonites pyriteuses. C'est encore lui qui démontra l'existence de deux faciès dans le Sénonien : au Nord, près de Guelma, sont des marnes noirâtres à Inocérames et Échinides ; au Sud, affleurent des marno-calcaires puis des calcaires blancs à Inocérames, faciès plus néritique que le précédent. Enfin, il découvrit, près de Bordj-Sabath, un Maëstrichtien bathyal caractérisé par une faune d'Échinides analogue à celle de la Scaglia italienne.

Dans l'étude des terrains tertiaires du Bassin de la Seybouse, J. Blayac montra le passage insensible du Crétacé à l'Éocène, sans discordance dans la stratification. La sédimentation s'effectuait alors dans une mer de faible profondeur. Par contre, l'Éocène supérieur et l'Oligocène correspondent à une longue période d'approfondissement du géosynclinal atlasique accompagné d'une émersion sur sa bordure méridionale, puisque les grès de Numidie passent latéralement à des poudingues littoraux, en bordure des Hautes Plaines.

Dans ses publications J. Blayac ne s'est pas contenté de décrire soigneusement les étages, leurs faciès, leurs faunes et de les comparer avec ceux des régions voisines. Réalisant une belle synthèse de toutes les connaissances acquises, il a montré qu'au Crétacé les faciès profonds étaient cantonnés au Nord, dans la région du Tell, tandis que les dépôts néritiques les bordaient vers le Sud, dans la région des Hautes Plaines et de l'Atlas Saharien. Ensuite il a minutieusement analysé les variations de largeur et de profondeur du géosynclinal tellien et de sa bordure néritique, leur évolution au cours des temps crétacés et nummulitiques. La loi de répartition des faciès du Crétacé et de l'Éocène en Afrique du Nord et l'histoire du géosynclinal tellien sont encore tenus pour les résultats les plus importants du travail de J. Blayac.

La tectonique de cette région se ramène à des accidents assez simples : ce sont des dômes, des brachyanticlinaux qui s'alignent suivant des directions subparallèles, orientées en moyenne de l'Ouest-Sud-Ouest à l'Est-Nord-Est. Ils se compliquent de courts chevauchements vers le Sud-Sud-Est, donnant localement une structure imbriquée. Nulle part notre confrère n'admet l'existence de nappes dans la région de la Seybouse ; on sait que les travaux les plus récents ont parfaitement vérifié cette conception.

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

*
* *

Depuis 1891, date de son entrée dans le corps des Collaborateurs du Service de la Carte Géologique jusqu'à ses dernières années, J. Blayac a constamment travaillé dans les terrains tertiaires et quaternaires du Sud-Ouest de la France. En collaboration étroite avec son Maître G. Vasseur et son ami J. Répelin jusqu'en 1915, seul ensuite, il contribua largement à élucider les rapports entre les multiples formations de mollasses et de calcaires lacustres ou marins du Bassin d'Aquitaine, aujourd'hui le mieux connu de nos grands bassins tertiaires. Si ce résultat admirable est en grande partie une œuvre collective, il convient de retenir que J. Blayac en a été un des bons ouvriers, comme on peut s'en rendre compte d'après la liste de ses travaux et l'examen des cartes géologiques détaillées de la région. Parmi les résultats qui se dégagent de ces publications, nous retiendrons seulement les faits majeurs.

La formation d'argile à graviers qui jalonne la bordure septentrionale du Bassin d'Aquitaine depuis Castres jusqu'à l'Océan n'est pas du même âge en toutes régions. Les divers calcaires et les mollasses passent tous à ces argiles à graviers près des terrains primaires et secondaires limitrophes ; l'âge de ces dernières est donc successivement Lutétien, Bartonien, Ludien, Oligocène, à mesure qu'on se déplace de l'Est vers l'Ouest.

De plus, si l'on envisage l'ensemble des dépôts tertiaires aquitains, on constate qu'ils se répartissent en trois zones principales grossièrement parallèles entre elles :

— sur la bordure nord et dans le fond du Golfe sont les argiles à graviers,

— un peu plus à l'intérieur se trouve une zone où les calcaires lacustres alternant par place avec des mollasses sont très développés, c'est le cas du Castrais, de l'Albigeois, du Quercy, de l'Agenais, de l'Entre-Deux-Mers,

— enfin vient une zone centrale où les calcaires disparaissent en majeure partie et sont remplacés par des mollasses, par exemple dans le Pays toulousain et dans la Lomagne, entre la Garonne et le Gers.

Toutes les formations furent cartographiées et datées d'une manière précise ; les passages latéraux furent mis en évidence. En outre, lors du Centenaire de la Société Géologique de France, notre confrère donnait un remarquable « Aperçu de la répartition des faciès et du synchronisme des terrains tertiaires

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

du Bassin de l'Aquitaine au Nord de la Garonne et jusqu'à Castres ». Il espérait compléter prochainement cette œuvre par un travail similaire concernant la partie sud ; il venait de terminer la feuille de Bordeaux au 1/320.000e quand la mort nous l'a enlevé.

Les terrains quaternaires ont également fait l'objet de quelques communications. La formation nommée les « *Sables des Landes* » comprend en réalité deux dépôts bien distincts. A la base sont des cailloutis, des sables et des argiles à graviers qui s'étalent de Bayonne à Bordeaux et procèdent, ou font partie, d'anciennes terrasses de la Garonne, au Nord, de l'Adour, au Sud. Sur ces formations fluviatiles dont les plus récentes appartiennent au Würmien — on y a recueilli *Elephas primegenius*, *Rhinoceros tichorhinus* — viennent des sables fins, d'origine éolienne, provenant des dunes du littoral et constituant en surface un revêtement discontinu d'âge récent.

Enfin à tous ces travaux il faudrait encore ajouter de nombreuses observations plus purement géographiques, relatives à l'évolution du réseau hydrographique landais et aquitain.

*
* *

Dès son arrivée à Montpellier Joseph Blayac s'occupa de la révision des terrains paléozoïques du versant méridional de la Montagne Noire. D'après J. Bergeron, la succession stratigraphique observable y débute par les calcaires à *Archæocyatidæ* qu'il rangeait dans le Géorgien ; elle se continue par les schistes acadiens, les grès potsdamiens, etc..., bref, par tous les terrains primaires jusqu'au Viséen supérieur inclus, formant ainsi une série continue, sans lacunes. Ces formations sont disposées en trois écailles poussées du Sud-Est vers le Nord-Ouest. D'après Jean Miquel, au-dessous des calcaires à *Archæocyathus* du dôme de Coulouma, près de Saint-Chinian, affleurent des calcschistes acadiens et des grès quartzitiques, psammitiques et feldspathiques, nommés les *grès de Marcory*, qui seuls, constituent le Cambrien inférieur. J. Blayac et ses collaborateurs successifs montrèrent que les Grès de Marcory appartiennent bien au Géorgien. La partie supérieure de cet étage est représentée par la grande masse des *Calcaires à Archæocyathus* ; ce n'est qu'au toit de ces dernières qu'apparaissent les *Paradoxides* acadiens.

La série stratigraphique languedocienne est moins continue qu'on ne le pensait. Il existe certainement une lacune entre le

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

Gothlandien supérieur et le Dévonien et probablement une autre entre l'Ordovicien moyen et l'Ordovicien supérieur. Enfin le Tournaisien n'est pas représenté dans la Montagne Noire.

Quant à la disposition tectonique, si la structure en écailles est évidente entre Cabrières et Laurens, elle n'apparaît guère entre cette localité et Caunes-en-Minervois. Il semble qu'il n'existe pas de grands charriages ni dans la région de l'Orb, ni plus à l'Ouest. Dans sa dernière note relative aux terrains paléozoïques et où il donnait un résumé des progrès récents de la géologie dans la Montagne Noire, J. Blayac écrivait : « En vérité « ces trois nappes nous apparaissent correspondre à trois « ensembles de plis non détachés de leurs racines mais affectés de « laminages, de chevauchements et d'écailles poussées sur d'as- « sez faibles distances, tous accidents qui ont multiplié les con- « tacts anormaux particulièrement nombreux dans la région de « Cabrières, pays de la troisième nappe définie par Bergeron. »

Enfin, toujours dans les terrains primaires, en collaboration avec MM. les Ingénieurs des Mines Migaux et Estival, il découvrit les schistes cuivreux du Permien supérieur, près de Lodève.

J. Blayac s'attacha également à l'étude des formations récentes du Bas-Languedoc. Aux temps quaternaires, un bras du Rhône suivait la plaine de la Costière entre Nîmes, Lunel et Mauguio, près Montpellier. Cet ancien lit est aujourd'hui occupé par la vallée du Vistre et par la basse vallée du Vidourle. On y reconnaît les terrasses de 5-15 m. près d'Aimargues, de 25-30 m. au Sud d'Uchaud, de 50 m. entre Aubord et Générac, peut-être même existe-t-il des graviers d'une quatrième terrasse à Garons. D'après la nature des éléments rencontrés dans ces formations, on voit le bras du Rhône qui longeait les coteaux crétacés entre Remoulins et Montpellier aux époques des terrasses de 140 m., de 100 m. et de 50 m. se détourner et passer à l'Est du massif de Saint-Gilles-Vauvert à partir de la terrasse de 25-40 mètres.

Les quatre terrasses quaternaires existent dans les vallées qui descendent des Cévennes ; elles sont particulièrement bien visibles dans les environs de Montpellier. Par contre, si l'on recherche des dépôts quaternaires marins dans le Bas-Languedoc, on trouve seulement les restes de deux niveaux littoraux. Le premier est à une altitude de 5-15 m. ; il offre de nombreux témoins constitués par des brèches, des alluvions, des sables coquilliers bien développés entre Balaruc et l'étang des Eaux-Blanches, à l'extrémité orientale de l'étang de Thau. Une bonne partie des dépôts alluvionnaires et d'atterrissement qui s'étalent

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

au pied des coteaux de la Gardiole, à 4 ou 5 km. des rivages actuels sont à rapporter à des formations marines de ce niveau. Plus à l'Ouest, dans la région de Vendres et jusqu'à l'Ouest de l'étang de Capestang, se retrouvent des sables à *Cardium edule*, *Cerithium vulgatum*, *Ostrea edulis*, qui appartiennent toujours à cette terrasse marine de 5-15 mètres.

Le deuxième niveau marin mis en évidence dans le Bas-Languedoc est à une altitude de 25-30 m. On suit ses témoins, encore constitués par des brèches à gros éléments et des sables coquilliers à *Ostrea edulis*, *Murex*, *Patella*, *Cardium*, *Pectunculus*, depuis la pointe nord-ouest de la Gardiole jusqu'aux environs de Mèze. Les perforations de mollusques lithophages abondent sur les parois de la petite falaise de calcaires jurassiques, au Nord de Bouzigues.

Tous ces dépôts sont franchement marins et nous prouvent que, jusqu'à la fin des temps quaternaires, l'étang de Thau n'existait pas ou était largement en communication avec la mer. Ces vestiges de terrasses marines forment un trait d'union entre ceux qu'on connaît en Catalogne et ceux de Provence.

*
* *

Toute sa vie Joseph Blayac pensa et enseigna que la Science devait se mêler à la vie pratique ; celle-ci bénéficiant automatiquement des découvertes de celle-là. D'ailleurs ses recherches personnelles débutèrent sous le signe de la *Géologie appliquée*, lorsqu'en 1892, MM. Pomel et Pouyanne, directeurs du Service Géologique d'Algérie, lui demandèrent d'étudier d'une manière précise les divers affleurements du Suessonien inférieur dans le Nord des provinces d'Alger et de Constantine.

En 1873, P. Thomas avait découvert les phosphates de chaux du Suessonien d'Algérie et, dès 1885, il avait signalé la continuité de ces niveaux en Afrique du Nord. Mais ces indications, complétées par des notes du même auteur parues en 1888 et 1891, ou étaient trop sommaires, ou ne concernaient que des gisements localisés. La connaissance géologique des couches à phosphate nécessitait d'autres études.

Les explorations de J. Blayac portèrent sur les régions du Djebel Dyr et du Djebel Kouif, au Nord-Est de Tébessa, à quelques kilomètres de la frontière tunisienne, puis sur le territoire situé au Sud-Est de Bordj bou Arréridj, toujours dans la province de Constantine. Il étudia ensuite le Suessonien à phosphate de chaux du Djebel-Mahdid près M'Sila (province de Constantine) et

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

enfin, en collaboration avec E. Ficheur, la région de Sidi-Aïssa où l'Éocène inférieur avait été reconnu par Pomel et Pouyanne, en 1881. Partout il retrouva les mêmes horizons ; aussi, en 1895, donnait-il une première synthèse sur le Suessonien du Nord des provinces de Constantine et d'Alger, synthèse qu'il compléta en 1896. En voici les grandes lignes.

Le Suessonien inférieur forme depuis la province d'Oran jusqu'en Tunisie une longue bande interrompue par l'érosion et située au Sud du Tell. Dans la série stratigraphique de cette zone, on distingue une *partie inférieure* débutant par des marnes à *Ostrea multicostata* et se continuant par des calcaires tendres, en plaquettes, qui alternent avec des lits de silex et des bancs de phosphate de chaux. Ces derniers se rencontrent d'ailleurs surtout dans les parties inférieure et moyenne de la formation calcaire tandis que sa partie supérieure passe en plusieurs points à des grès durs, cristallins à *Nummulites irregularis* et *N. gizehensis*. La *partie supérieure* comprend des marnes et des grès à *Ostrea bogharensis*, discordants sur les horizons précédents.

J. Blayac établit ainsi d'une manière certaine l'âge des phosphates ; il précisa leur extension géographique entre la Tunisie et la longitude de Bougie ; certains affleurements d'Éocène inférieur compris dans cette zone ont fournit quelques gîtes exploitables.

De retour à Paris, J. Blayac abandonna momentanément la Géologie appliquée. Il devait y revenir après sa nomination à Montpellier. Il n'a pas rédigé moins d'un millier de rapports géologiques concernant soit les adductions d'eau, soit l'installation de cimetières. Hygiéniste convaincu, il lutta de toutes ses forces pour améliorer les distributions d'eau potable, aussi bien celles des grandes villes comme Montpellier que celles des plus humbles hameaux ; à ce titre il était extrêmement populaire dans tous le Languedoc. J. Blayac définit la position des nappes aquifères des terrains tertiaires affleurant à l'Ouest de Montpellier et, à la demande du Conseil Général de l'Hérault, il dressa une carte hydro-agronomique au 1/80.000e qui n'a malheurement pas été publiée.

Il avait compris l'importance nationale qui s'attache à la découverte de pétrole dans notre pays et son activité devait également s'exercer à propos de la recherche des combustibles liquides. Il contribua notamment à l'étude du gisement de Gabian. On sait qu'en ce gîte de faible importance industrielle, la roche-magasin

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

est constituée par des dolomies du Trias moyen. J. Blayac tenta de trouver la roche-mère du pétrole.

Ce Trias repose sur du Permien dont l'horizon inférieur est constitué par des schistes et par des grès dolomitiques noirs, riches en matières organiques. L'Autunien du Lodévois abonde particulièrement en roches bitumineuses susceptibles de contenir des hydrocarbures à une certaine profondeur et à une assez grande distance des affleurements. Deux forages furent placés sur de légers anticlinaux repérés au Sud de Lodève. L'un, celui de Rabieux, donna du méthane et des traces de bitume. L'autre, celui de Nébian, fut arrêté dans les marnes à gypse triasiques.

En 1930, J. Blayac reprenait l'étude géologique du Permien de Saint-Affrique et du Camarès. Enfin, plus récemment, il fut chargé par l'Office National des Combustibles Liquides de rechercher les anticlinaux du Bas-Languedoc susceptibles d'être pétrolifères. Dans une série de notes et de rapports il signala l'intérêt que présenteraient des sondages placés sur les brachyanticlinaux de la Gardiole, du Saint-Loup, de Murviel, de Saint-Guilhem-le-Désert et de la vallée de la Vis. D'après ses indications, des forages seront vraisemblablement entrepris en plusieurs de ces points.

Pour ne pas être trop incomplet, il faudrait mentionner encore ses nombreuses études de gisements asphaltiques du Gard, de mines métalliques des Cévennes et des Pyrénées, de sources thermales et minérales du Sud de la France, de projets de barrage dont l'un, très important, est en cours d'exécution sur la Têt, près de la Chapelle-Saint-Pierre dans les Pyrénées-Orientales.

En outre, J. Blayac faisait partie de la Commission des appellations d'origine des vins du Bordelais et il donna de substantiels aperçus sur les rapports étroits entre la nature géologique des sols et les qualités des crus. Ces travaux lui avaient valu d'être nommé, en 1934, Correspondant National de l'Académie d'Agriculture, dans la section d'Histoire Naturelle.

*
* *

Le besoin d'activité de J. Blayac devait se manifester également au sein de notre Société géologique. Présenté par Pomel et Ficheur, il avait été admis le 5 juin 1893, puis nommé Secrétaire depuis 1898. Élu Vice-Président en 1900, il fut membre du Conseil à 4 reprises et ne cessa guère de faire partie de la Commission des Archives et de la Bibliothèque pendant son long

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

séjour à Paris. Enfin, lorsque ses fonctions l'eurent éloigné de la capitale, il entra à la Commission des Prix.

Reconnue assez tardivement, la valeur de ses travaux reçut néanmoins la consécration qu'elle méritait. En 1913, l'Académie des Sciences décernait à J. Blayac le prix Victor Raulin et, l'année suivante, il obtenait le prix Duveyrier de la Société de Géographie de Paris. L'administration sut également récompenser le bon Professeur. Les décorations ne lui manquèrent point ; officier du Mérite agricole et officier de l'Instruction publique d'abord, il reçut en 1925 le ruban de la Légion d'Honneur ; il devait obtenir prochainement *la rosette*.

Joseph Blayac n'est plus, mais il nous reste son œuvre multiple, ses conseils avisés, son exemple d'homme de cœur et de bon géologue dont toutes les publications sont marquées au coin du bon sens et de la probité scientifique. Dans le panthéon de notre Société il rejoindra ses Maîtres, G. Vasseur et E. Haug, dont il a fidèlement transmis les enseignements et les méthodes de travail. Comme eux il fut un animateur ; comme eux il laisse après lui une équipe qui poursuivra son œuvre et honorera toujours sa mémoire. Puisse cette pensée apporter quelque adoucissement à la douleur de sa veuve et de son fils.

LISTE DES PUBLICATIONS DE JOSEPH BLAYAC

Géologie et Paléontologie

1. 1892. Cartes géologiques des grandes régions de France, dressées à grande échelle. *A. F. A. S.*, 20e Sess., Marseille, 1re partie, p. 209-210.
2. 1894. Description géologique des régions à phosphate de chaux de Tébessa et de Bordj bou Arréridj (Algérie).
   a) Phosphates du Dyr et du Kouif, près Tébessa. *Ann. des Mines*, 9e série, t. VI, p. 319-331, pl. XV (cartes).
   b) Phosphates de Bordj-Redir et du Dj. Mzeïta, près Bordj bou Arréridj (province de Constantine). *Ibid.*, p. 331-337, pl. XV (cartes et coupes).
3. 1895. Note préliminaire sur les terrains tertiaires de l'Albigeois. (En collaboration avec G. Vasseur et J. Répelin.) *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, t. VI, n° 38, p. 75-81, un diagramme hors texte.
4. — Extension de la zone à phosphate de chaux de l'Éocène inférieur en Algérie. *C. R. Somm. S. G. F.*, séance du 18 novembre 1895, n° 16, p. CLXXIII-CLXXIV (suivi d'observations p. CLXXVI).
5. — Notice sur le Suessonien et les terrains à phosphate de chaux de Sidi-Aïssa et de Birin (Alger) et du Dj. Mahdid, près M'Sila (Constantine). *Ann. des Mines*, 9e sér., t. VII, 23 p., 2 pl.

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

a) Notice sur les terrains à phosphate de chaux de la région de Sidi-Aïssa (Alger). *Ibid.*, pp. 248-257, pl. VII (carte), en collaboration avec E. Ficheur.

b) Lambeau suessonien de Birin. Le Suessonien à phosphate de chaux du Djebel-Mahdid près M'Sila (province de Constantine). *Ibid.*, p. 281, pl. IX (coupes).

6. — Généralités sur le Suessonien à phosphate de chaux d'Algérie. *A. F. A. S.*, Congrès de Bordeaux, 24e Sess., 1re partie, pp. 268-269.

7. 1896. Feuille de Cahors. Compte rendu de la campagne de 1895 (en collaboration avec J. Répelin). *Bull. Serv. Carte Géol. Fr.*, t. VIII, n° 53, pp. 104-105, 1 fig.

8. — L'Éocène inférieur dans la région de l'Oued-Zenati et d'Aïn-Regada (Algérie). — Généralités sur cet étage en Algérie. *A. F. A. S.*, Congrès de Tunis, 1re partie, p. 163.

9. — Sur les terrains tertiaires de la vallée de l'Oued Cherf (province de Constantine). *C. R. Somm. S. G. F.*, n° 16, Réunion extraordinaire en Algérie, séance du 17 octobre, pp. ccxxix-ccxxx. — *B. S. G. F.*, 3e sér., t. XXIV, pp. 1125-1126.

10. — Sur le Crétacé inférieur de l'Oued Cherf (province de Constantine). *CR. Ac. Sc.*, t. CXXIII, pp. 958-960, séance du 30 novembre.

11. 1897. Feuille de Montauban : Compte rendu de la campagne de 1896. *Bull. Serv. Carte Géol. Fr.*, t. IX, pp. 348-349 (fasc. n° 59, pp. 74-75).

12. — Le Trias dans la région de Souk-Ahras (Algérie). *B. S. G. F.*, 3e sér., t. XXV, pp. 523-548, 8 fig. dans le texte, 1 carte, pl. XXI (4 coupes). En collaboration avec L. Gentil.

13. — Sur le dôme de Sidi-Rgheiss (province de Constantine). *Ibid.*, pp. 664-665.

14. 1898. Feuille de Montauban : Compte rendu de la campagne de 1897. *Bull. Serv. Carte Géol. Fr.*, t. X, pp. 134-136 (fasc. n° 63, pp. 70-72).

15. — Sur l'existence probable du Trias gypso-salin dans le Sud de la province de Constantine. *B. S. G. F.*, 3e sér., t. XXVI, pp. 578-579.

16. 1899. Feuille de Toulouse : Compte rendu de la campagne de 1898 (en collaboration avec G. Vasseur). *Bull. Serv. Carte Géol. Fr.*, t. X, p. 530-533 (fasc. n° 69, pp. 62-65).

17. — Sur le Crétacé inférieur du bassin de l'Oued Cherf (Algérie). Extr. *Ann. Univ. Grenoble*, t. XI, n° 31, 11 p. — *Trav. Labor. Géol. Grenoble*, t. V, fasc. 1, pp. 19-27.

18. 1900. Feuille de Toulouse : Compte rendu de la campagne de 1899. *Bull. Serv. Carte Géol. Fr.*, t. XI, pp. 150-152 (fasc. n° 73, pp. 58-60).

19. 1901. Feuille de Libourne : Compte rendu de la campagne de 1900. *Idem*, t. XII, pp. 57-60 (fasc. n° 80, pp. 41-44).

20. 1902. Feuille de Libourne : Compte rendu de la campagne de 1901. *Ibid.*, pp. 437-439 (fasc. n° 85, pp. 87-89).

21. — Sur la présence de l'Éocène moyen dans la région de Souk-Ahras (province de Constantine). *B. S. G. F.*, 4e sér., t. II, pp. 42-43.

22. 1903. Feuille de Libourne : Compte rendu de la campagne de 1902.

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

Bull. Serv. Carte Géol. Fr., t. XIII, pp. 584-587 (fasc. n° 91, pp. 74-77).

23. 1906. Feuille de La Réole : Compte rendu de la campagne de 1905, sous le titre « Contribution à la géologie de l'Entre-Deux-Mers. Sur l'âge du calcaire à Astéries et sur les dépôts aquitaniens des environs de Sauveterre-de-Guyenne ». *Idem*, t. XVI, p. 366-377, 2 fig. (fasc. n° 110, pp. 88-99).
24. — L'Aptien du bassin de la Seybouse et de la plaine des Harectas (province de Constantine). *B. S. G. F.*, 4e sér., t. VI, pp. 446-448.
25. — Observations sur l'âge des calcaires à Astéries. *Idem*, pp. 479-480.
26. — Le Gault et le Cénomanien du bassin de la Seybouse et des Hautes Plaines limitrophes (Algérie). *CR. Ac. Sc.*, t. CXLIII, pp. 252-255, séance du 23 juillet.
27. 1907. Le Trias dans la région de Clairefontaine (Algérie) au Sud de Souk-Ahras. Observations sur le Trias de l'Algérie et de la Tunisie. *B. S. G. F.*, 4e série, t. VII, pp. 272-283, 4 fig.
28. 1908. Feuille de La Réole : Compte rendu de la campagne 1907. *Bull. Serv. Carte Géol. Fr.*, t. XVIII, pp. 83-88 (fasc. n° 119, pp. 83-88).
29. — Observations sur le Trias du Djebel Ouenza. *B. S. G. F.*, 4e sér., t. VIII, pp. 52-53.
30. — Note sur l'existence de formations récifales à la base du Barrémien inférieur du Dj. Taya et au Dj. Debar, près Guelma (Algérie). *Ibid.*, pp. 73-77, 3 fig.
31. — Observation au sujet d'une note de P. Termier. *Ibid.*, p. 123.
32. — Sur des schistes et des quartzites inférieurs au Trias à Sidi-el-Hemessi, près Souk-Ahras (Algérie). *Ibid.*, p. 124.
33. 1909. Le Maëstrichtien dans le Nord-Est de la province de Constantine. *Id.*, 4e sér., t. IX, pp. 275-276.
34. — Note sur le Crétacé supérieur du bassin de la Seybouse et des Hautes Plaines limitrophes (Algérie). *CR. Ac. Sc.*, t. CXLVIII, pp. 881-884, séance du 29 mars.
35. 1910. Échinides maëstrichtiens du Bordj-Sabath (Algérie). (En collaboration avec J. Cottreau.) *B. S. G. F.*, 4e sér., t. IX, pp. 416-430, 4 fig., pl. XIV.
36. 1911. Communication sur la géologie de la région de Guelma. *C. R. Somm. S. G. F.*, n° 2, séance du 16 janvier, pp. 9-11.
37. — Observations sur « Observations sur la géologie de Guelma » de M. Dareste de la Chavanne. *Ibid.*, p. 41.
38. 1912. Esquisse géologique du bassin de la Seybouse et de quelques régions voisines. 1 vol. in-8°, 492 p., 53 fig., 6 pl. hors texte Thèse de doctorat de la Faculté des Sc. de Paris. Édit. Jourdan, Alger. — *Bull. Serv. Carte géol. de l'Algérie*, 2e sér., n° 6.
39. 1913. Sur la présence de *Nummulites intermedius* d'Arch. à la base de la mollasse de l'Agenais, au Grézet, près Casteljaloux (Lot-et-Garonne). *C. R. Somm. S. G. F.*, n° 13, séance du 23 juin, pp. 126-127.
40. — Relations des sables des Landes avec les terrasses de la Garonne. *CR. Ac. Sc.*, t. 157, pp. 1483-1485, séance du 22 décembre.
41. 1914. Observations sur la chaîne numidique (Algérie). *C. R. Somm. S. G. F.*, n° 11, séance du 4 juin, p. 118.

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

42. — Les sables des Landes dans leurs relations avec les terrasses de l'Adour. Contribution à l'étude de leur origine et de leur âge. *CR. Ac. Sc.*, t. 158, pp. 1937-1939, séance du 22 juin.
43. — Feuille de Bordeaux au 1/320.000e. Contribution à l'étude du Quaternaire des Landes et de la Gironde. *Bull. Serv. Carte Géol. Fr.*, t. XXIII, pp. 136-140 (fasc. n° 136).
44. 1916. Contribution à l'étude du sol des Landes de Gascogne. *Ann. de Géographie*, t. XXV, pp. 23-46, 3 fig. dont 2 cartes.
45. — Les sables des Landes. *C. R. Somm. S. G. F.*, n° 10, séance du 22 mai, pp. 85-86.
46. — Sur l'origine éolienne des sables des Landes de Gascogne. *Idem*, n° 12, séance du 19 juin, pp. 117-118.
47. — La chaîne numidique au Nord-Ouest de Guelma (Algérie). *Ibid.*, p. 121.
48. 1917. Observations à propos d'une note posthume de G. Vasseur : « Découverte de restes d'*Anthracotherium* dans les formations sannoisiennes du Bassin d'Aix-en-Provence. » *Id.*, séance du 22 janvier, n° 2, pp. 25-27.
49. — Présentation d'une publication posthume de G. Vasseur : « Éocène de Bretagne. Faune de Bois-Gouët. » *Id.*, n° 8, séance du 23 avril, pp. 93-94.
50. — Nouvelle découverte de restes de Vertébrés dans la mollasse de l'Agenais aux environs de Monbahus (Lot-et-Garonne). (En collaboration avec P. Déguilhem.) *Id.*, n° 12, séance du 18 juin, pp. 160-161.
51. — A propos de la classification de l'Oligocène dans le Sud-Ouest de la France. *Id.*, n° 14, séance du 19 novembre, pp. 189-190.
52. — Remarques au sujet des limites préconisées par M. Dollfus pour l'Oligocène d'Aquitaine. *Id.*, n° 15, séance du 3 décembre, pp. 201-202.
53. — Situation stratigraphique du gisement de Vertébrés aquitaniens Laugnac, près Agen. *Id.*, n° 16, séance du 17 décembre, pp. 210-212.
54. 1918. Observations au sujet des limites de l'Oligocène dans le Sud-Ouest de la France. *Id.*, n° 5, séance du 4 mars, pp. 51-52.
55. — Nouvelles découvertes de Mammifères dans le Sannoisien et le Stampien inférieur du Lot-et-Garonne. *Id.*, n° 9, séance du 6 mai, pp. 103-104.
56. 1921. Révision de la feuille de Bédarieux au 1/80.000e. Notes de stratigraphie et de tectonique sur les terrains primaires de la Montagne Noire à l'Ouest de l'Orb. (En collaboration avec M. Daguin.) *Bull. Serv. Carte Géol. Fr.*, t. XXVI, pp. 55-65, 4 fig. (fasc. n° 146).
57. — Les faunes de Laugnac et de Lamilloque (Lot-et-Garonne). Réponse à M. Dollfus. *C. R. Somm. S. G. F.*, n° 6, séance du 2 mars, p. 65.
58. 1922. Le gisement de Vertébrés de Gans (Gironde). *Actes Soc. Lin. Bordeaux*, t. LXXIV, pp. 251-256, 1 fig.
59. — Situation stratigraphique du gisement de Vertébrés de Gans (Gironde). *C. R. Somm. S. G. F.*, n° 5, séance du 6 mars, pp. 54-56.
60. — La géologie à Montpellier ; ses ressources, son histoire *in* « Montpellier, centre d'études méditerranéennes », édité à

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

l'occasion du 46e Congrès de l'*A. F. A. S.* à Montpellier, pp. 45-55.

61. — Aperçu de l'histoire géologique et de la tectonique du Bas-Languedoc et de la Montagne Noire. *Ibid.*, pp. 56-72.

62. — Note préliminaire sur quelques nouvelles observations relatives au Quaternaire du Bas-Languedoc. *A. F. A. S.*, 46e Session, Congrès de Montpellier, pp. 281-284.

63. — Découverte d'une mâchoire inférieure de *Mastodon arvernensis* aux environs de Servian (Hérault). *Ibid.*, pp. 284-286.

64. 1924. Sur la présence du Rhétien dans la Margeride. *C. R. Somm. S. G. F.*, n° 3, séance du 4 février, pp. 25-26.

65. 1929. Le Trias de la Tongue aux environs de Gabian (Hérault). *B. S. G. F.*, 4e sér., t. XXIX, *Réunion extr. de la S. G. F. dans les Pyrénées*, pp. 499-504, 2 fig. (coupes).

66. — Rapport sur l'attribution du prix Fontannes à M. Fernand Daguin. *C. R. Somm. S. G. F.*, n° 8, séance du 29 avril, pp. 105-112.

67. 1930. Aperçu de la répartition des faciès et du synchronisme des terrains tertiaires de l'Aquitaine au Nord de la Garonne et jusqu'à Castres. *Livre jubil. S. G. F.*, t. I, pp. 151-170, pl. XXV-XXVI.

68. — L'Infra-Lias et le Trias aux environs de Clermont-l'Hérault. Le dôme de Nébian. Extr. *Bull. O. N. C. L.*, 4 pp., 3 fig.

69. 1931. Découverte de Trilobites géorgiens dans la Montagne Noire. (En collaboration avec M. Thoral.) *CR. Ac. Sc.*, t. 192, pp. 1250-1251, séance du 18 mai.

70. — Contribution à l'étude du Géorgien de la Montagne Noire. (En collaboration avec M. Thoral.) *B. S. G. F.*, 5e sér., t. I, pp. 547-560, pl. XXV-XXVI.

71. 1934. Sur un conglomérat de base dans le Cambrien des Monts de Lacaune et sur l'âge antécambrien des formations granitiques du Mendic près de Graissessac (Hérault). (En collaboration avec MM. Albert Michel-Lévy et M. Thoral.) *CR. Ac. Sc.*, t. 198, pp. 489-490, séance du 29 janvier.

72. — Notable extension de l'Ordovicien dans la partie orientale de la Montagne Noire. (En collaboration avec R. Böhm.) *Id.*, t. 199, pp. 1140-1141.

73. 1935. Découverte paléontologique dans le sous-étage Llandeilo de l'Ordovicien de la Montagne Noire. (En collaboration avec Mlle Chaubet.) *CR. Ac. Sc.*, t. 200, pp. 168-170, séance du 7 janvier 1935.

74. — Sur l'âge de l'horizon à lydiennes de la base du Carbonifère de la Montagne Noire. (En collaboration avec R. Böhm et G. Delépine.) *CR. Ac. Sc.*, t. 200, pp. 476-478.

75. — Une nouvelle faune de Goniatites dans le Viséen de la Montagne Noire. (En collaboration avec R. Böhm et G. Delépine.) *CR. Ac. Sc.*, t. 200, pp. 1612-1613.

76. — Les récents progrès de la géologie dans la Montagne Noire. *C. R. 69e Congrès Soc. Sav.*, Montpellier, pp. 80-90.

77*a*. — Les terrasses quaternaires marines du Bas Languedoc. *Id.*, pp. 73-75.

77*b*. — Les conditions géologiques de l'étang de Thau. *Id.*, pp. 77-78.

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

PUBLICATIONS DE GÉOGRAPHIE PHYSIQUE ET DE GÉOLOGIE APPLIQUÉE.

78. 1897. Les chotts des Hauts Plateaux de l'Est constantinois (Algérie). Origine de leur salure. *B.S.G.F.*, 3e série, t. XXV, pp. 906-912, 2 fig.

79. 1899. Le pays des Nemenchas à l'Est des Monts Aurès (Algérie). *Ann. de Géogr.*, t. VIII, pp. 141-159, 5 fig., 1 carte (pl. IV).

80. 1903 à 1936. Rapports géologiques sur les projets d'adduction d'eau de plus de 1.000 communes (Hérault, Gard, Tarn, Lozère, Aude, Lot-et-Garonne, Gironde, etc.). Rapports géologiques sur les projets d'agrandissements de cimetières ou sur de nouveaux cimetières des communes de ces mêmes départements. Ces rapports sont publiés ou résumés dans divers recueils notamment dans *Recueil des travaux du Conseil départemental d'Hygiène et des Commissions sanitaires* du département de l'Hérault.

81. 1904. Observations géographiques au sujet de la Feuille de Toulouse (n° 230) publiée par le Service de la Carte géologique. *Ann. de Géogr.*, t. XIII, pp. 81-84.

82. 1905. La vallée de la Vienne et le coude d'Exideuil. (En collaboration avec A. VACHER.) *Id.*, t. XIV, pp. 111-117, 3 fig.

83. 1906. Observations géographiques au sujet de la Feuille de Montauban (n° 218) publiée par le Service de la Carte géologique détaillée de la France. *Id.*, t. XV, pp. 469-474.

84. 1907. L'Agout, tributaire de l'Aude, et la vallée du Lhers mort. *CR. Ac. Sc.*, t. CXLV, pp. 1367-1370, séance du 23 décembre.

85. — Dictionnaire manuel illustré de Géographie publié sous la direction de A. DEMANGEON. (Articles se rapportant aux divers mots relatifs à la Géologie, constituant un ensemble de 100 pages environ). 1 vol., in-18, 860 p., Paris, Armand Colin.

86. 1912. Sur des phénomènes de capture dans le bassin de la Haute Seybouse. *C. R. Congrès Soc. Sav. Paris*, Sect. Sc., p. 13.

87. 1915. Le sol et les eaux de Treignac (Corrèze). Deux articles *in* l'*Écho des Monédières* revue imprimée chez Roche, à Brives, n° 1, 5 mars ; n° 4, 20 avril.

88. 1920. Sur le rôle capital de la Géologie dans la recherche et le captage des eaux souterraines. *Bull. Soc. départ. d'Encouragement à l'Agric. de l'Hérault*, vol. 27, pp. 223-226.

89. 1923. De l'importance de la Géologie dans la recherche et le captage des eaux souterraines. *C. R. Congrès de l'Eau à Montpellier*, pp. 89-95.

90. — La pollution de l'eau d'alimentation de Montpellier. Journal *Le petit Méridional*, édit. Hérault, 1er juin.

91. 1923. La grande pitié de la source du Lez. *Idem*, 7 juin.

92. — Pour avoir de l'eau propre à Montpellier. *Idem*, 19 juin.

93. 1925. La place de la Géologie dans l'enseignement de l'Hygiène. *C. R. XIe Congrès d'Hygiène de Paris*, in *Revue d'Hygiène*, pp. 164-167, Paris, Masson.

94. — Essais en vue de la stérilisation des eaux d'alimentation de Montpellier. *Bull. Municipal de Montpellier*, pp. 1042-1049, séance du 21 octobre.

95. — Le pétrole : sa recherche en France. *Bull. Soc. départ. d'Encouragement à l'Agric. de l'Hérault*, vol. 32, pp. 78-84.

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

96. — La valeur des standards bactériologiques officieux dans l'expertise des projets d'adduction d'eau. (En collaboration avec le Dr Forestier.) *C. R. XIIe Congrès d'Hygiène*, in *Revue d'Hygiène*, pp. 1164-1167, Paris, Masson.

97. 1927. Rapport au Conseil d'Hygiène de l'Hérault sur les résultats de la chloration des eaux de Montpellier. *C. R. des Séances du Conseil départ. d'Hyg. de l'Hérault*, pp. 85-123 (paru en 1928).

98. — Le gisement pétrolifère de Gabian (Hérault). Considérations géologiques. Historique. Production. *C. R. Congrès des Carburants à Montpellier*, pp. 182-207, 1 fig.

99. 1928. L'endémie typhique à Montpellier et la chloration des eaux de cette ville. *C. R. XVe Congrès d'Hygiène* in *Revue d'Hygiène*, Paris, Masson.

100. 1928. Construction d'un nouveau réservoir pour les eaux d'alimentation de Montpellier; rapport détaillé au Conseil Municipal. *Bull. Municipal de Montpellier*, pp. 186-210 et 488-530, séances du 12 mars et du 28 mai.

101. 1929. Origine des venues d'acide carbonique des Bouillens de Vergèze (Gard). *C. R. Som. S. G. F.*, no 8, séance du 29 avril, p. 118 (titre seulement).

102. 1930. Sur le Permien du Lodévois et ses capacités pétrolifères (Étude stratigraphique et tectonique), 15 p., 10 fig., 1 carte. Remis en manuscrit au Comité de l'O. N. C. L.

103. 1932. Note sur la Nappe aquifère de la terrasse alluviale de la Mosson, au confluent de cette rivière et du Coulazou. *Bull. Municipal Montpellier*, 2e fasc., pp. 147-154, 13 juin.

104. — Aperçu des conditions hydro-géologiques des sources thermales de Savoie et des eaux d'Évian. *Montpellier Médical*, journal de la Faculté de Médecine, 3e série, t. II, no 15, pp. 150-160, 3 coupes, 1 carte, pl. XXV-XXVI.

105. 1933. Utilisation rationnelle des ressources hydrologiques pour l'alimentation publique. (En collaboration avec le Dr E. Forestier.) *C.R. Congrès international d'Hygiène*, 11 octobre 1932.

106. — Nouvelles observations sur le Permien de Lodève, à propos d'un forage profond. *C. R. LXVIe Congrès Soc. Sav. Toulouse*, pp. 120-125.

107. 1933. Le vignoble du Saint-Émilionnais dans ses rapports avec la Géologie. *Proc.-Verb. Séances Acad. Agric. de France*, séance du 20 décembre, 20 p.

108. 1935. Les recherches de pétrole dans le Bas-Languedoc. (En collaboration avec M. l'Ingénieur des Mines Estival.) *C. R. LXIXe Congrès Soc. Sav. Montpellier*, pp. 91-92.

109. 1936. Le vignoble d'Entre-Deux-Mers dans ses rapports avec la Géologie. Journal *La Petite Gironde* de Bordeaux, chronique agricole, nos du 2, 10 et 16 août.

Publications diverses[1].

110. 1898-1915. Analyses de nombreux ouvrages et notes géologiques et paléontologiques dans la revue *Geologisches Centralblatt*.

1. Dans cette liste ne figurent pas de nombreux articles de vulgarisation parus dans la presse méridionale ni les conférences faites au poste de T. S. F. de Montpellier-Languedoc.

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

111. 1912-1916. Analyses de quelques ouvrages ou de l'ensemble de l'œuvre de quelques géologues : G. Vasseur, L. Pervinquières, H. Mansuy, dans la *Revue Scientifique* (Revue Rose) et dans la *Revue générales des Sciences pures et appliquées.*

112. 1913. Allocution prononcée au nom de la Faculté des Sciences de Paris et de la Société Géologique de France aux obsèques de Léon Pervinquière. *Revue Hebdomadaire*, 22e année, n° 21, 24 mai.

113. 1915. Préparons l'Avenir (article de Géographie physique), *in* l'*Écho des Monédières*, Brives, Corrèze, n° 7, 2 p.

114. 1916. Notice nécrologique sur Gaston Vasseur. *B. S. G. F.*, 4e série, t. XVI, pp. 249-285, 1 portrait.

115. 1918. Notice nécrologique sur Robert Douvillé. *Id.*, 4e série, t. XVIII, pp. 322-336, 1 portrait.

Cartographie géologique.

Algérie.

116. 1900. Carte géologique générale de l'Algérie au 1/800.000e publiée par le Gouvernement général de l'Algérie sous la direction de MM. Pouyanne et Ficheur. (Collaboration pour le Bassin de la Seybouse, la région de Souk-Ahras et celle de Tébessa.)

117. 1892-1897. Feuilles au 1/50.000e de Hammam-Meskoutine, Oued Zenati, Souk-Ahras, Duvivier, l'Arba, Tablat. (Non publiées parce qu'inachevées). Les contours inédits de la plupart de ces feuilles, conservées au Service géologique d'Algérie, ont été utilisés pour la carte précédente et pour celle qui suit.

118. 1912. Carte géologique au 1/300.000e du Bassin de la Seybouse et des régions limitrophes. Pl. I, hors-texte, de l'« Esquisse géologique du Bassin de la Seybouse » (n° 38 de cette liste bibliographique).

France.

Feuilles de la Carte géologique détaillée au 1/80.000e publiées par le Service de la Carte géologique de la France.

119. 1896. Castres n° 231
120. 1899. Cahors n° 206
121. 1901. Montauban n° 218
122. 1902. Toulouse n° 230
123. 1904. Albi n° 219
124. 1906. Libourne n° 181
125. 1909. La Réole n° 192
126. 1912. Grignols n° 204
127. 1918. Villéréal n° 193

(Les terrains tertiaires et quaternaires de ces feuilles ont été délimités en collaboration avec G. Vasseur et J. Répelin.)

128. 1935. Bédarieux n° 232 (deuxième édition. Les tracés ont été revus en collaboration avec MM. Daguin, H. Termier, Thoral, Roquefort, Böhm.)

129. 1936. Feuille de Bordeaux au 1/320.000e (à la gravure).

130. 1928-1930. Carte géo-hydrologique du département de l'Hérault au 1/80.000e dressée sur la demande du Conseil Général de l'Hérault (non encore publiée).

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

Contribution a l'étude paléontologique du niveau fossilifère de la couche inférieure de potasse d'Alsace[1]. Graines fossiles

par **F. Quiévreux** et **E. M. Reid**[2].

Planche XV.

Les matériaux étudiés ici proviennent du niveau fossilifère, riche en insectes et en plantes, que l'un de nous a découvert[3] dans la couche inférieure de potasse, exploitée par les mines du Haut-Rhin, aux environs de Mulhouse. Nous rappellerons que ce dépôt appartient à l'Oligocène inférieur (étage sannoisien), et que le niveau fossilifère se trouve à la partie supérieure de la deuxième intercalation stérile à partir du mur de la couche de potasse. Il est constitué par un petit lit d'argile d'environ 5 cm. d'épaisseur, qui est contenu entre un banc de sel gemme et un banc de sylvine.

Les graines fossiles sont relativement rares dans ce niveau : 118 spécimens pour une surface explorée d'environ 500 m^2 du gisement.

La recherche des fossiles se fait au laboratoire, en brossant peu à peu l'argile avec des pinceaux de plus en plus fins sous un filet d'eau. Le dégagement de la graine de l'argile qui l'emballe, se fait sous le microscope binoculaire. Il doit être conduit avec une grande prudence, du fait de l'extrême fragilité des graines fossilisées. L'addition de quelques gouttes de glycérine à la surface de l'échantillon pendant la préparation donne un bon résultat.

1. Les études paléontologiques suivantes sur le niveau fossilifère de la couche inférieure de potasse ont déjà été publiées :

Séguy (E.). Un nouveau Cyllndrotomine fossile (*Tipulidae*)· *Diptera*, t. VII (1934), p. 47-48, 1 fig.

Parent (O.) et Quiévreux (F.). Deux nouveaux Dolichopodides fossiles de l'Oligocène inférieur du Haut-Rhin. *Diptera*, t. VIII (1935), p. 151-153, 3 fig.

Priesner (H.) et Quiévreux (F.). Thysanoptères des couches de potasse du Haut-Rhin. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 5e s., t. V (1935), p. 471-477, 2 planches.

2. Note présentée à la séance du 7 juin 1937.

3. 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 (1933), p. 223.

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

Il n'est pas possible de dégager par ce procédé les deux côtés des graines du fait de leur fragilité. C'est dans beaucoup de cas un sérieux obstacle à leur détermination, sauf quand les caractères de la graine sont très bien définis.

Nous avons employé avec de bons résultats une méthode de transfert permettant de dégager complètement la graine de sa gangue, en nous inspirant de celle employée par Walton pour des plantes du Carbonifère [1]. L'attaque de la roche est faite ici avec de l'acide acétique (15 cm³ d'acide acétique cristallisable pour traiter 100 gr. d'argile). Le transfert se fait à l'aide d'un film d'acétate de cellulose et le spécimen est ensuite monté au baume entre une lame et un couvre-objet.

La plupart des graines trouvées dans le niveau fossilifère de la potasse sont de très petite taille. Leur détermination, qui exige un examen comparatif au microscope du matériel fossile et récent, présente de grosses difficultés et n'est possible que si l'état de conservation est très bon. Il n'a pour cette raison été possible d'étudier qu'un petit nombre de spécimens, dont nous donnons ci-après la description.

Potamogeton sp.

Spécimen 242 [2].

Description. — Endocarpe courbe, aplati, à contour presque semi-circulaire, bord ventral droit ou peut-être légèrement courbé (caché par le baume du Canada), bord dorsal convexe. Au sommet du bord ventral, on remarque un petit style apical, triangulaire, faisant saillie. Valve de germination, dorsale, bien marquée (ses limites à la base et à l'apex ne peuvent être déterminées avec certitude), et fossette médiane entre les deux parties de l'endocarpe courbe (Pl. XV, fig. 1).

Longueur : 2,2 mm. ; largeur : 2,2 mm.

Remarques et affinités. — La forme particulière de cet endocarpe courbe et aplati, avec son bord ventral droit (ou légèrement concave?), son bord dorsal fortement convexe, la dépression médiane et la valve dorsale de germination très nette qui s'étend des environs de la base aux abords de l'apex, bien que les limites précises ne peuvent être déterminées, prouve nettement que c'est une espèce de *Potamogeton*, genre de plantes

1. Walton (J.). A note on the Technique of Investigating Coal-measure Plants. *Ann. Rep. Trans. Manchester Micros. Soc.*, 51-5 (1923).

Walton (J.). Recent Developments in Paleobotanical Technique. Congrès de Stratigraphie carbonifère Heerlen, 7-11 juin (1927).

2. Les numéros des spécimens sont ceux de la collection F. Quiévreux.

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

aquatiques ayant une répartition mondiale. Les restes de l'exocarpe ont été conservés sous forme d'une bouillie de matière végétale autour de l'endocarpe. Malheureusement le baume dans lequel le fossile est conservé a entièrement caché les cellules formant l'endocarpe, ainsi que la forme exacte et l'étendue de la valve de germination, et la forme du bord ventral. Comme toutes ces caractéristiques sont parmi les plus importantes pour la détermination spécifique de *Potamogeton*, il semble imprudent de donner un nom d'espèce.

Rumex sp. 1.

Spécimen 390.

Description. — Fruit enclos dans un périanthe ailé, persistant, à court pédoncule ; ce périanthe a probablement au moins un tubercule ; ailes à bord probablement ondulé ou presque entier, transparentes et traversées par environ sept nervures, visibles mais assez fines, divergeant horizontalement ou obliquement du milieu de chaque segment du périanthe jusqu'au bord, se dédoublant en passant au dehors et parfois s'anastomosant près du bord. Style (0,5 mm. de long) s'épanouissant à l'apex de façon à former un disque sub-triangulaire aux coins duquel se trouvent les trois (?) petits cercles (deux d'entre eux seulement peuvent être vus nettement) qui servent à la fixation des longs stigmates plumeux, et dont les restes sont conservés sous forme d'une masse enchevêtrée entourant et obscurcissant la base du style et le sommet de l'akène (Pl. XV, fig. 2).

Longueur du fruit : 4,5 mm. ; longueur de l'aile (telle qu'elle a été conservée) 6 mm. ; largeur de l'aile (telle qu'elle a été conservée) 3 mm. environ.

Remarques et affinités. — Fruit très brisé et obscurci. La forme, les dimensions et caractéristiques de la seule aile qui soit conservée avec ses nervures divergentes et anastomosées, concordent si fortement avec les caractéristiques générales des périanthes ailés qui enveloppent les akènes triangulaires des espèces de *Rumex*, que de prime abord la probabilité d'identification du fossile avec ce genre est très grande. D'autre part des preuves concluantes de cette parenté sont apportées par ce qui ne peut être que les vagues restes d'un grand tubercule, comme cela se produit dans les périanthes de plusieurs espèces, de même par les détails du style et par les restes des longs stigmates plumeux qui se trouvent à sa base.

Malheureusement le fruit est trop imparfait et délabré, et trop caché par la gangue et le baume pour que soit possible une

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

détermination spécifique. Dans cette grande famille les espèces ne peuvent être déterminées — avec difficulté — que lorsque toutes les caractéristiques du périanthe et de l'akène existent.

Rumex sp. 2.

Spécimen 514.

Description. — Fruit conique à l'apex enveloppé dans un périanthe ailé, à court pédoncule ; ailes raides plutôt petites, épaisses et opaques, et munies sur la marge de cinq (?) épines raides, aiguës, triangulaires. Tous les autres détails sont trop cachés par la marne et le baume pour être décrits, mais toute la surface a pu être, semble-t-il, plus ou moins épineuse.

Longueur 3 mm. ; largeur (telle que la graine a été conservée) 2,5 mm. ; longueur du pédoncule 0,5 mm. L'échantillon est trop imparfait pour permettre une description spécifique (Pl. XV, fig. 3).

Chenopodiaceae genre? sp. 1.

Spécimen 96.

Description. — Fruit (ou graine ?) presque circulaire, aplati (probablement plus gonflé à l'état vivant), avec un embryon recourbé, dont la concavité est occupée par l'arête de la chalaze, qui s'étend du centre (qui est bien visible) à la circonférence, coïncidant presque avec un rayon, mais très légèrement recourbé, si bien qu'une des extrémités, vraisemblablement l'extrémité radiculaire, se trouve légèrement plus longue que l'autre, et la recouvre au sommet. La surface est ornée de rangées de fossettes presque équiaxiales (ayant en moyenne 0,05 mm. de diamètre au bord du fruit), à parois épaisses, irrégulièrement épaissies (ou peut-être crénelées) ; ces fossettes sont disposées de façon à former des cercles sensiblement concentriques, et des files radiales (Pl. XV, fig. 4).

Diamètre : 1,2 mm.

Remarques et affinités. — Cet organe (graine ou fruit) impossible à nommer exactement parce qu'étant trop caché par la marne pour qu'on puisse dire quelles enveloppes (et combien de celles-ci) il comporte, appartient à l'ordre des *Centrospermae* parmi les *Dicotyledones*. Parmi les familles appartenant à cet ordre, les deux avec lesquelles le spécimen semble avoir le plus d'affinités, ainsi que le montre la forme de la graine, et surtout les caractères des deux parties de l'embryon et de l'aire de la chalaze, sont les Amarantacées et les Chenopodiacées. Mais chez les Amarantacées, l'arête de la chalaze est plus courte, la péri-

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

phérie de la graine est généralement marquée d'une ligne submarginale séparant l'embryon de l'endosperme, et l'ornementation n'est pas si marquée. Chez les Chenopodiacées, les caractères de l'arête et la presque égalité des deux parties, se rencontrent tous les deux et sont visibles chez certaines espèces de *Chenopodium*, mais, quoique les graines de *Chenopodium* soient généralement ornementées, nous n'y avons pas vu les caractéristiques de l'ornementation du fossile. D'ailleurs la surface du fossile est tellement cachée par la marne qu'il est difficile de savoir quelles enveloppes sont présentes et ce qu'est exactement l'ornementation. Les cellules formant une des enveloppes du fruit de *Chenopodium Hybridum* présentent un détail à peu près similaire, et il est possible que l'échantillon représente une graine recouverte d'une des enveloppes du fruit. Les caractéristiques sont trop vagues pour qu'on y attache un nom d'espèce.

Chenopodiaceae genre? sp. 2.

Spécimens 146, 680 et probablement 95, 405, 513, 601, 609, 643, 689.

(La description suivante est faite d'après le spécimen 680).

Description. — Fruit (ou graine?) rond, aplati, avec un embryon recourbé, dont la concavité est occupée par un sillon médian large et peu profond (est-ce bien un détail dû à la graine elle-même?) qui s'étend du centre à la périphérie, une des parties étant plus étroite et plus longue que l'autre qu'elle recouvre au sommet (brisé). La surface est ornée d'environ six rangées concentriques de grandes fossettes hexagonales (ayant environ 0,1 à 0, 15 mm. de diamètre), mais elle ne comporte aucune disposition radiale comme dans l'échantillon qui précède. Dans l'aire de la chalaze, les fossettes sont très indistinctes, elles sont plus petites, et peut-être manquent-elles aux abords du centre. Les parois de ces fossettes sont minces et ne présentent pas de crénelures (Pl. XV, fig. 5).

Remarques et affinités. — L'échantillon appartient sans aucun doute aux *Centrospermae* et tout comme l'échantillon qui précède, suggère une parenté avec les *Chenopodiaceae*. Toutefois, nous n'avons pas vu de fossettes similaires dans aucune graine de *Chenopodiaceae*, mais nous avons très peu d'éléments de comparaison.

D'autre part des fossettes semblables se rencontrent dans le revêtement du fruit de *Monolepis*. Mais alors que le revêtement du fossile semble avoir été dur et cassant, ressemblant de ce

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

fait aux téguments de plusieurs *Chenopodiaceae*, le revêtement du fruit de *Monolepis* est plutôt fin et parcheminé.

Néanmoins, ceci montre que des revêtements comportant des fossettes similaires peuvent se rencontrer dans cette famille, et, de ce fait, il est probable que le fossile en fait partie.

Spécimen 522. — Fragment d'une graine plus grosse, montrant quelques grandes cellules (ayant de 0,2 à 0,3 mm. de diamètre) de caractères assez semblables à ceux que nous avons vus dans la dernière espèce; certainement une espèce distincte.

Arenaria sp. (cf. *A. peploides* Linn.)

Spécimen 199.

Description. — Graine (?) obovoïde (l'échantillon est actuellement très plissé longitudinalement et aplati, les plis étant surtout marqués à la base), hile à l'extrémité rétrécie?, cellules superficielles variant beaucoup en dimensions, allongées longitudinalement, et peut-être digitées (les digitations ne peuvent se voir, avec doute, qu'en un endroit); elles se soulèvent dans leur partie médiane, donnant naissance sur la surface par places, à des tubercules allongés et irréguliers, qui se rapprochent, s'amincissent et se rapetissent, du côté de l'extrémité rétrécie de la graine (Pl. XV, fig. 6).

Longueur : 3,5 mm.; largeur (avec les déformations signalées) : 1,5 mm.

Remarques et affinités. — Cet échantillon est emballé dans la marne et caché par elle. La forme et les dimensions de cette graine, la façon dont elle est plissée à l'extrémité rétrécie (où, peut-être, se trouve le hile figuré par un petit pâté sub-circulaire et terminal de la gangue), comme lorsqu'on resserre pour le fermer l'ouverture d'un sac, et les détails des cellules superficielles (pour autant que ceux-ci sont visibles), tout ceci rappelle si bien de similaires détails caractéristiques dans les graines d'*Arenaria peploides* Linn., quand elles ne sont pas complètement développées et gonflées, que cela suggère une parenté. Toutefois les cellules superficielles sont plus petites dans l'échantillon fossile que dans *Arenaria peploides*.

Par ailleurs, l'échantillon est pris dans la marne de telle façon qu'un côté seulement est visible, et il serait hasardeux de conclure formellement à une parenté, là où les organes ne sont pas visibles, et où une si forte portion de la structure cellulaire est obscurcie. Le côté opposé de la graine pourrait comporter des détails qui la distinguerait nettement d'*Arenaria*.

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

Brasenia ovula Brongniart.

Spécimen 275.

Description. — Graine ovoïde (actuellement aplatie), comportant une forte ouverture terminale à une extrémité. Tégument épais, cassant, lisse, formé de cellules à digitations intriquées (Pl. XV, fig. 7).

Longueur : 2,5 mm. ; largeur : 2,1 mm.

Remarques et affinités. — La forme et la taille de cet échantillon, la forte ouverture terminale, qui, à l'état vivant, devait être occupée par la chambre embryonale (mais qui manque dans cet échantillon fossile), le tégument épais et lisse, formé de cellules à digitations intriquées, tout cela permet de ranger cet échantillon dans l'espèce fossile *Brasenia ovula* Brong. Cette espèce est de dimensions très variables, et peut comprendre d'autres espèces très voisines[1]. Elle a été rencontrée dans l'Éocène du Bassin de Paris, de Lewisham (Kent), Hordle (Hampshire), et de l'île de Wight, également dans l'Oligocène de Bovey Tracey (Devonshire) et dans les couches de Bembridge et Hampstead, de l'île de Wight.

Le genre *Brasenia* actuellement absent d'Europe y eut autrefois une extension considérable. Il s'est maintenu dans les eaux douces de presque toutes les régions tropicales, en Amérique, en Afrique, en Asie, en Océanie.

Spécimen 274. — Appartient peut-être à cette espèce, ainsi que le suggérent sa forme et ses dimensions : mais aucun caractère n'est visible.

Spécimen 675. — Appartient probablement à cette espèce, car les cellules semblent présenter des digitations intriquées, mais sont très obscurcies.

Thalictrum sp. ?

Spécimen 424.

Description. — Fruit (?) petit, portant nettement des côtes longitudinales, ovale (ou ovoïde ?), vaguement appendiculé obliquement. Neuf côtes anguleuses longitudinales peuvent se voir sur le côté dégagé. Cinq d'entre elles s'étendent de la base à l'apex ; des autres, l'une est partiellement visible sur la marge, alors que les trois autres semblent être plus courtes que les cinq, et certains indices permettent de penser que l'une d'entre elles est un rameau dérivant d'une longue

1. Cf. Chandler. The Upper Eocene Flora. *Paleontological Soc.* London, déc. 1925, p. 24.

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

côte, avec laquelle elle s'anastomose peut-être, mais la surface est trop obscurcie par la marne et le baume pour qu'on en décide fermement.

A une extrémité (apex ?), les côtes convergent pour former une pointe apicale imprécise, légèrement recourbée d'un côté. A l'autre extrémité, elles convergent également pour former une base plus arrondie (?) ; les deux côtes médianes divergent légèrement à cette extrémité avant de se rencontrer. A part les côtes, la surface est lisse et semble être formée de petites cellules (Pl. XV, fig. 8).

Longueur : 2,5 mm. ; largeur : 1 millimètre.

Remarques et affinités. — Le petit fruit (ou graine) est emballé dans la marne et très caché par elle, sa forme générale et les caractères des côtes suggèrent une parenté avec *Thalictrum*, surtout en ce qui concerne la façon dont les côtes se courbent pour former la pointe apicale faiblement oblique, comme on le rencontre au style chez *Thalictrum*. On ne peut savoir, tant la surface de l'échantillon est obscurcie par la marne, si la divergence des deux côtes médianes, près de la base, est bien un détail dû a la graine elle-même. Les côtes semblent être plus nombreuses que dans n'importe quelles espèces avec lesquelles nous avons pu la comparer, mais ceci est peut-être dû en partie à l'aplatissement du fruit ; elles sont certainement plus rapprochées et plus minces. Il est impossible de faire une description plus précise ou de suggérer une détermination, sans avoir vu l'envers de l'échantillon, bien que, si ce n'est pas *Thalictrum*, il est difficile de savoir à quel autre genre il appartient.

Myrtaceae ? *genre 1 sp.* (cf. *Tristania littoralis* MERRILL).
Spécimen 436.

Description. — Graine plate, obovée, anatrope, comportant un hile baso-latéral, et un raphé qui passe, en bordure, autour de la base de la graine (passant, après coup, en bordure, à une chalaze apicale ?) ; cellules superficielles (variant de 0,015 ou peut-être moins, à 0,025 mm. de diamètre), très irrégulièrement anguleuses, avec des bords légèrement relevés, ce qui donne une surface finement granuleuse ; vers la base, elles tendent à s'allonger dans le sens longitudinal, et à s'aligner, formant ainsi de vagues et irrégulières stries se rassemblant sur le hile ; le long des bords, elles en suivent la convexité.

Longueur : 3,8 mm. ; largeur : 1,6 millimètres.

Remarques et affinités. — La forme et les dimensions de cette graine plate, ainsi que l'allure et la position du hile et du raphé, suggèrent une très étroite parenté avec des espèces de Myrtacées,

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

et de toutes celles avec lesquelles j'ai pu comparer l'échantillon, la graine mûre de *Tristania littoralis* est celle qui s'en rapproche le plus. En ce qui concerne les caractéristiques énumérées plus haut, l'échantillon fossile et des graines actuelles sont très étroitement semblables. Mais les cellules superficielles sont tout à fait différentes ; chez *T. littoralis*, les cellules sont plus grandes, allongées longitudinalement, et toute la surface montre une ornementation bien plus marquée, formée d'arêtes longitudinales, irrégulièrement flexueuses, sauf à l'extrémité chalazienne, où l'arrangement des arêtes devient tortueux et confus ; le long du bord, les cellules se disposent longitudinalement, comme dans l'échantillon fossile, mais elles sont beaucoup plus grandes. On ne peut pas dire si ce fossile appartient ou non aux Myrtacées, étant donné le manque d'échantillons actuels, en nombre suffisant, pour effectuer des comparaisons ; toutefois les caractéristiques que l'on peut y voir et comparer, suggèrent que c'est probablement une Myrtacée. Il vaut mieux ne pas s'attacher à mettre davantage en relief les parentés possibles de la graine fossile, vu qu'un de ses côtés seulement est visible.

Myrtaceae? *genre 2* (?) sp. (cf. *Eugenia* sp., *Eucalyptus* sp.).
Spécimen 450.

Description. — Graine légèrement aplatie, à contour ovale, mais avec une cavité en forme de U, séparant deux bras assez aplatis. Tégument dur, mais non pas épais, la partie se trouvant entre les bras est

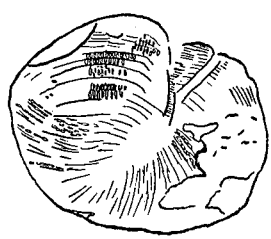


Fig. 1. — *Myrtaceae* gen. 2. (*Spécimen 450*). Gros. × 12.

plate et est constituée de cellules (très indistinctes) formant une surface granuleuse ; entre cette aire et le bord, les cellules, qui sont étroites et radialement allongées, sont alignées radialement, mais sur l'extrémité des bras elles sont petites, equi-axiales et ne présentent pas d'alignement précis. La longueur moyenne des cellules allongées est environ 0,1 mm., la largeur des cellules proximales étant d'environ 0,03 mm. et celles des cellules distales d'environ 0,05 mm. Par dessus

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

et autour du bras gauche se trouvent les restes d'une enveloppe lisse, ou peut-être d'un arille mais on ne peut y distinguer aucune cellule (Fig. 1 dans le texte).

Longueur : de l'extrémité des bras au bord opposé : 2 mm. ; largeur : (perpendiculairement à cette ligne) 2,6 millimètres.

Remarques et affinités. — Graine emballée dans la marne, avec un tégument partiellement détaché de la surface des deux bras, et, de ce fait, découvrant l'empreinte de l'intérieur, et montrant que la cavité de la graine est courbe (ce fait est déjà nettement indiqué par l'aplatissement de l'aire centrale du tégument entre les bras, et par l'alignement des cellules). La graine doit appartenir, par conséquent, à une des familles dont les graines peuvent présenter de telles cavités. Ces familles sont, autant que je sache : les *Araceae*, les *Alismaceae*, les *Potamogetonaceae*, les *Menispermaceae* et les *Myrtaceae* ; les graines appartenant à ces familles ne ressemblent pas au fossile, excepté les graines d'*Araceae* et de *Myrtaceae*, et les graines de *Myrtaceae* ont une plus grande ressemblance avec l'échantillon que les graines d'*Araceae*. Divers genres de *Myrtaceae* comportent des espèces dont les graines sont de forme et de dimensions comparables à l'échantillon, et certaines, telles que des espèces *d'Eugenia* et *d'Orthostemon* montrent une disposition similaire des cellules du tégument. Mais il n'est pas rare d'avoir des graines, comme pour certaines espèces d'*Eucalyptus* qui présentent des différences entre les deux faces. Dans le spécimen fossile une seule face est visible. Il est donc impossible de dire si les faces sont semblables ou non. On ne saurait de ce chef, conseiller une détermination plus précise, surtout à cause de la description du spécimen suivant.

Myrtaceae? genre 2? sp. ?

Spécimen 176.

Cet autre spécimen a approximativement les mêmes dimensions (longueur 2,5 mm. ; largeur 3 mm.) et la même forme ; il présente des cellules concaves ayant en gros les mêmes caractéristiques que l'échantillon précédent, mais beaucoup plus petites (0,6 mm. de long environ), presque équi-axiales, sans aucun alignement marqué dans l'aire se trouvant entre les bras (cette aire présente une arête, peut-être accidentelle) ; on remarque aussi sur les cellules de l'un des bras, une tendance à s'aligner parallèlement à son bord.

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

Il peut se faire que l'échantillon appartienne à la même espèce que le précédent, les différences entre les deux étant alors simplement des différences individuelles (on rencontre parfois des différences individuelles considérables chez les *Myrtaceae*) ou bien, les deux échantillons montrent chacun un côté différent de la graine d'une même espèce, ou encore ils appartiennent à des espèces totalement différentes. Comme on ne peut voir dans chaque graine, qu'un seul côté, il est impossible de dire quelle est l'interprétation correcte. L'échantillon étudié est trop écrasé et tordu pour fournir des renseignements nets sur sa forme originale, ou sur l'aire comprise entre les bras. L'arête que l'on y voit est peut-être seulement l'effet d'une distorsion. Il ne peut en être décidé en l'absence de caractères évidents.

Myrtaceae genre 3 sp. (cf. *Myrtus* sp. ou *Rhodomyrtus* sp.). *Spécimen 760.*

Description. — Graine aplatie à contour subcirculaire. Cavité en forme de U entre deux bras presque également larges. Micropyle largement ouvert à l'extrémité du petit bras tronqué qui vient s'appliquer contre le plus grand des deux au voisinage immédiat du hile (Fig. 2

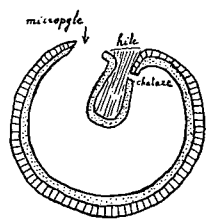


FIG. 2. — Coupe schématique d'une graine de ***Myrtaceae*** (*spécimen 760*).

dans le texte). La cavité qui se trouve entre les bras est obscurcie par la marne, et les cellules n'y sont pas visibles. Elle s'allonge en forme d'arc de cercle, l'un de ses bords étant plus long et plus élevé que l'autre. Cellules plus ou moins disposées en files, étroites et radialement allongées, sauf sur le petit bras où elles sont alignées en direction vers le micropyle. La longueur des cellules allongées varie entre 0,4 et 0,8 mm., leur largeur entre 0,1 et 0,2 mm. (Pl. XV, fig. 9). Longueur (de l'ouverture du micropyle au bord opposé) : 2,2 mm. ; Largeur (perpendiculairement à cette ligne) : 2,4 mm.

Remarques et affinités. — La cavité en forme de U, recourbée, le voisinage étroit du hile et du micropyle, conduisent à chercher un rapprochement avec une des familles suivantes :

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

Myrtaceae, *Caryophyllaceae*, *Chenopodiaceae*, *Amarantaceae*. Mais seules les *Myrtaceae* présentent des graines aussi grandes, avec un micropyle aussi largement ouvert à l'extrémité du petit bras tronqué. Parmi les *Myrtaceae* l'ornementation extérieure de la graine fait penser au genre *Myrtus* ou *Rhodomyrtus*. Toutefois nous n'avons pu trouver dans aucune des espèces récentes examinées de l'un et de l'autre de ces genres, de graines présentant une ressemblance suffisamment étroite avec le spécimen fossile, pour pouvoir tenter un rapprochement spécifique.

Ce genre, qu'on ne peut pas plus préciser, a dû être largement représenté dans le Tertaire ancien. Des graines semblables ont été trouvées par E. M. Reid à Bournemouth (Bovey Beds), dans la London Clay (où a été trouvé un fruit qui a été déterminé comme *Rhodomyrtus*, mais qui pourrait peut-être plutôt se rapprocher du genre *Myrtus*), enfin à Quimper (Finistère).

EXPLICATION DE LA PLANCHE XV

Fig. 1. — ***Potamogeton*** sp. Spécimen 212 de la collection F. Quiévreux. Gros. × 10.
Fig. 2. — ***Rumex*** sp. 1. Spécimen 390. Gros. × 10,8.
Fig. 3. — ***Rumex*** sp. 2. Spécimen 514. Gros. × 12.
Fig. 4. — ***Chenopodiaceae*** gen. ? sp. 1. Spécimen 96. Gros. × 42.
Fig. 5. — ***Chenopodiaceae*** gen. ? sp. 2. Spécimen 146. Gros. × 26.
Fig. 6. — ***Arenaria*** sp. (cf. *A. peploïdes* Linn.). Spécimen 199. Gros. × 14.
Fig. 7. — ***Brasenia ovula*** Brongniart. Spécimen 275. Gros. × 7.
Fig. 8. — ***Thalictrum*** sp. ? Spécimen 424. Gros × 14.
Fig. 9. — ***Myrtaceae*** gen. 3, sp., cf. *Myrtus* sp. ou *Rhodomyrtus* sp. Spécimen 760. Gros. × 25.

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

Harpax spinosus Sowerby et ses variétés *Parkinsoni* Bronn et *Pectinoides* Lamarck

par **Colette Dechaseaux** [1].

Planche XVI.

La plupart des auteurs qui étudient des formations liasiques citent les *Harpax*. Ce nom, employé indifféremment avec celui de *Plicatula*, figure soit dans les listes de fossiles, soit dans la révision critique de la faune. La seule étude de détail qui ait trait à l'ensemble du sous-genre *Harpax* est due à Deslongchamps. En 1858, dans un « Essai sur les Plicatules fossiles des terrains du Calvados », J.-A. Eudes Deslongchamps étudie et discute non seulement des problèmes d'un ordre général tels que la structure du test, la forme et l'étendue de la surface d'adhérence mais aussi la valeur des caractères spécifiques de chaque forme. Il figure de nombreux individus appartenant à une même espèce, toujours subdivisée par lui en plusieurs variétés. Il en résulte, si l'on veut se reporter aux dessins de Deslongchamps, une grande difficulté pour déterminer spécifiquement les échantillons et en particulier ceux se rapportant aux trois espèces *H. spinosus* Sow., *H. Parkinsoni* Bronn., *H. pectinoides* Lamk. L'examen des types originaux de Sowerby, Bronn, Lamarck ne permet pas de trancher la question : les figurations incomplètes ne se rapportent le plus souvent qu'à des individus adultes, or, les points délicats touchent les jeunes.

Une mise au point du problème concernant la distinction spécifique des trois espèces *H. spinosus* Sow., *H. Parkinsoni* Bronn, *H. pectinoides* Lamk. s'imposait d'autant plus que ce sont des constituants classiques de la faune liasique. Le travail m'a été grandement facilité par l'obligeance de M. Bigot et de M. Dangeard qui ont bien voulu me communiquer les types originaux de Deslongchamps et me permettre d'en figurer quelques-uns. Les très beaux et très nombreux échantillons de Lorraine, joints à tous ceux qui m'ont été prêtés, m'ont permis de donner une étude détaillée des trois espèces, habituellement distinguées par les auteurs : *H. spinosus*, *H. Parkinsoni*, *H. pectinoides*; étude qui comprend

1. Note présentée à la séance du 7 juin 1937.

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

une première partie de généralités dans laquelle je définis un *Harpax*, une deuxième partie systématique : l'espèce étant vue d'un point de vue strictement morphologique et une troisième partie qui, s'appuyant sur les traits cités dans le chapitre précédent, développe des questions générales : structure du test, croissance de la coquille, type d'ornementation et donne une vue d'ensemble sur la répartition stratigraphique et géographique de ces formes.

I. — GÉNÉRALITÉS

Le sous-genre *Harpax* a été créé en 1811 par Parkinson [1] pour désigner une coquille nommée plus tard *H. Parkinsoni* par Bronn. Les *Harpax* sont des Plicatulidés, et comme tels ils rentrent dans la famille des Spondylidés qui sont des Lamellibranches dysodontes inéquivalves, fixés par la valve droite. L'impression palléale est simple, le muscle adducteur des valves, de grande taille, est un peu excentrique. La charnière comprend une fossette ligamentaire avec de chaque côté une dent cardinale.

Un *Harpax* se distingue très difficilement d'une *Plicatula* si l'on regarde l'aspect extérieur de la coquille, cela explique que l'emploi du terme *Harpax* ne soit pas adopté par l'ensemble des paléontologistes. Les coquilles d'*Harpax* et de *Plicatula* sont de forme irrégulière, fixées au voisinage du crochet de la valve droite par une plus ou moins grande surface. L'ornementation est faite chez les deux formes de plis, d'écailles ou d'épines.

Les charnières d'*Harpax* et de *Plicatula*, bien que construites sur le même type, diffèrent l'une de l'autre par l'importance relative qu'ont les divers éléments sur la valve droite et sur la valve gauche. Cette différence justifie la séparation des *Harpax* d'avec l'ensemble des Plicatulidés.

Étude de la charnière.

Plicatula. La charnière de la valve droite de *Plicatula* (fig. 1) comporte une fossette ligamentaire flanquée de chaque côté par une dent cardinale et une fossette cardinale. La valve gauche (fig. 2) a une fossette ligamentaire limitée par une petite lame en forme de V, une fossette cardinale, une très forte dent cardinale.

Harpax. La charnière des *Harpax* (pl. XVI, fig. 22, 23) comprend à la valve droite (fig. 3) une fossette ligamentaire limitée

1. Parkinson. Organic Remains, 1811, t. III, p. 221, pl. 12, fig. 14, 18.

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

par une faible lame, une dent cardinale, une fossette cardinale; à la valve gauche, une fossette ligamentaire limitée par une forte lame, une fossette cardinale, une faible dent cardinale (fig. 4).

Les charnières de *Harpax* et de *Plicatula* diffèrent donc l'une de l'autre :

FIG. 1. — Charnière de la valve droite de *Plicatula cristata* (actuel. *dc*, dent cardinale ; *fc*, fossette cardinale ; *fl*, fossette ligamentaire.

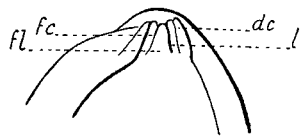


FIG. 2. — Charnière de la valve gauche de *Plicatula cristata* (actuel). *dc*, dent cardinale ; *l*, lame limitant la fossette ligamentaire ; *fc*, fossette cardinale ; *fl*, fossette ligamentaire.

1° par la lame limitant la fossette ligamentaire qui, sur la valve gauche de *Harpax*, est plus forte que la dent cardinale, alors qu'elle est très faible sur la même valve de *Plicatula* ;

2° les dents cardinales de la valve droite d'*Harpax* sont très longues, très fortes et très écartées, tandis que chez *Plicatula* elles sont rapprochées et moins grosses que sur la valve gauche.

On peut traduire ces différences en disant que chez *Plicatula* la lame bordant la fossette ligamentaire est toujours très faible

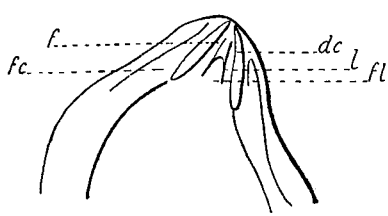


FIG. 3. — Charnière de la valve droite de *Harpax spinosus* var. *pectinoides*. *dc*, dent cardinale ; *l*, lame limitant la fossette ligamentaire ; *fl*, fossette ligamentaire ; *f*, fossette ; *fc*, fossette cardinale.

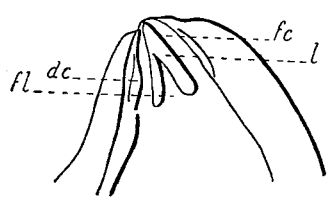


FIG. 4. — Charnière de la valve gauche de *Harpax spinosus* var. *pectinoides*. *dc*, dent cardinale ; *l*, lame limitant la fossette ligamentaire ; *fc*, fossette cardinale ; *fl*, fossette ligamentaire.

et les dents cardinales fortes. Chez *Harpax*, cette lame et les dents sont d'importance relative différente suivant qu'il s'agit de la valve droite ou de la valve gauche.

A ces différences d'ordre primordial s'en ajoutent d'autres qui renforcent la distinction faite entre les *Harpax* et les *Plicatula*.

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

La valve libre ou gauche est plus bombée que la valve droite ou adhérente dans *Harpax*, tandis que dans *Plicatula*, la valve droite est convexe au delà de la surface de fixation et la valve gauche est plate. Les caractères respectifs des valves droite et gauche de *Harpax* et de *Plicatula*, tant au point de vue de la constitution de la charnière qu'à celui de la forme générale sont tels qu'un examen superficiel conduirait à homologuer la valve

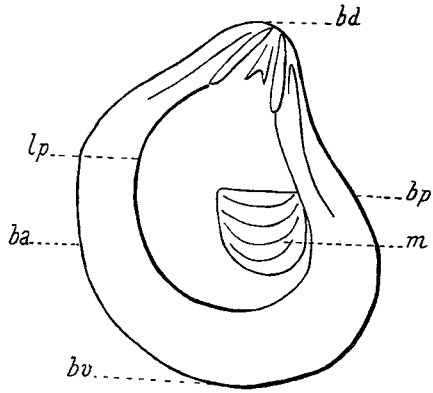


FIG. 5. — Intérieur de la valve droite de *Harpax spinosus* var. *pectinoides*. *bd*, bord dorsal; *bp*, bord postérieur; *m*, muscle; *bv*, bord ventral; *ba*, bord antérieur; *lp*, ligne palléale.

droite de *Harpax* avec la valve gauche de *Plicatula* et inversement. Ce fait entraînerait la conclusion que *Harpax* et *Plicatula* ne sont pas fixés par la même valve. La position du muscle, toujours près du bord postérieur [1], permet de voir que les deux formes sont fixées par la valve droite.

Le développement de *Harpax* et *Plicatula* ne se poursuit pas durant des époques contemporaines. Les premières *Plicatula* sont connues au Trias [2] et la faune malocologique actuelle en compte quelques espèces localisées dans l'océan indien, l'océan pacifique, la mer des caraïbes. C'est au Mésozoïque que les *Plicatula* sont les plus nombreuses. Les *Harpax*, presque exclusivement liasiques, sont représentés par un nombre relativement

1. Les côtés antérieur et postérieur sont définis par la bouche et l'anus, le bord dorsal ou supérieur par le sommet, le bord ventral ou inférieur est à l'opposé (fig. 5). L'animal étant dans une position telle que les crochets, c'est-à-dire le dos, soient en haut et supposé se déplaçant devant l'observateur, il est facile de situer les valves droite et gauche.

2. A. KUTASSY. Lamellibranchia triadica II, 1931, p. 336-338. *Fossilium Catalogus* I Animalia. Pars 51.

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

faible d'espèces localisées pour la plupart dans le Lias moyen ; au Lias supérieur, il y en a beaucoup moins et au Bajocien une ou deux formes seulement ont été identifiées.

L'histoire des *Harpax* est donc très brève. Alliés aux *Plicatula* sans qu'il soit possible de voir comment il y a passage de l'un à l'autre, ils apparaissent dès le début avec toutes leurs caractéristiques ; ils les gardent sans modifications apparentes jusqu'à leur extinction, ce qui permet de les reconnaître facilement dans une faune.

II. — DESCRIPTION DES ESPÈCES

Les espèces sont étudiées d'une façon un peu différente de celle habituellement utilisée dans les travaux similaires. Il n'y a pas pour chaque forme de liste synonymique permettant d'identifier les échantillons avec les figurations données par les auteurs. Les types les plus délicats à étudier sont photographiés ainsi que un ou plusieurs beaux individus s'y rapportant. Une telle façon de présenter la question vient de l'extrême difficulté avec laquelle on détermine ces coquilles. Les caractères morphologiques ont une très grande puissance de variabilité ; ils sont différents suivant qu'il s'agit d'individus jeunes ou adultes. On comprend que, dans ces conditions, il soit à peu près impossible de juger sur une ou deux coquilles figurées la valeur des déterminations ; cette difficulté enlève tout intérêt à la liste synonymique que l'on place presque toujours en tête d'une diagnose d'espèce.

Harpax Parkinsoni BRONN.

Pl. XVI, fig. 1, 2, 3, 4-9, 16, 17, 18, 20, 21.

1824. BRONN, System. urweltlicher Conchylien, pl. 6, fig. 16.
1858. DESLONGCHAMPS, *loc. cit.*, p. 37, pl. 9, fig. 1 à 46 ; pl. 10, fig. 1 à 23.

Cette espèce, telle que l'a envisagée Deslongchamps, est de tous les *Harpax* l'un de ceux que l'on identifie le plus facilement. La taille est généralement petite, allongée, moyennement renflée, le bord postérieur est rectiligne. La surface de fixation, petite chez presque tous les échantillons, est située près du crochet. Les zones d'accroissement sont bien visibles.

L'ornementation est le caractère le plus variable : elle est différente sur les deux valves. Typiquement, elle semble bien consister, d'après les types de Deslongchamps (pl. XVI, fig. 1 à 4), sur la valve droite en côtes divergeant à partir de la surface de fixation, non rectilignes, venant s'étaler vers le bord palléal en donnant une figure

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

symétrique par rapport à un axe passant par la surface de fixation et le milieu du bord ventral. Ces côtes sont terminées par de longues épines pointues à leur extrémité ; celle-ci se recourbe latéralement et quitte ainsi la direction indiquée par les côtes. Sur la valve gauche, ces côtes sont marquées par des gouttières, il n'y a pas d'épines.

Une telle ornementation est plus ou moins accentuée selon les individus :

1° Les côtes rayonnantes peuvent être très peu apparentes et seules de longues épines se voient à la surface de la coquille ; c'est une ornementation de type *spinosus* car les épines se prolongent au delà du bord palléal qu'elles débordent.

2° Les épines peuvent s'arrêter au niveau de la zone d'accroissement, ce sont alors des plis affectant la couche externe de la coquille : c'est une ornementation de type *pectinoides*.

Quand les côtes rayonnantes sont très marquées et les épines très fortes on a des individus semblables à ceux figurés pl. XVI, fig. 9, 17. La taille est alors supérieure à celle du type.

Harpax spinosus Sowerby.

Pl. XVI, fig. 24.

1821. Sowerby, Miner. Conch., p. 79, pl. 245.
1858. Deslongchamps, *loc. cit.*, p. 45, pl. 10, fig. 26 à 37.

Le type original de Sowerby est perdu. Plusieurs échantillons d'*Harpax* ayant été communiqués à M. Cox au British Museum, ceux habituellement considérés comme identiques à *H. spinosus* sont figurés pl. XVI, fig. 24. La coquille est mince, elle montre des lamelles d'accroissement. La surface de fixation semble être irrégulière et varier selon les individus. L'ornementation est faite sur la valve droite de longues épines, pointues à leur extrémité, dépassant le bord palléal. Ce caractère est très net au niveau des zones d'accroissement : les épines vont au delà. C'est une ornementation identique à celle signalée parmi les variations de *H. Parkinsoni* Bronn et désignée sous le nom d'ornementation de type *spinosus*.

Ces épines peuvent être plus ou moins longues et serrées à la surface de la valve. Sur la valve gauche, on les voit en creux.

Harpax pectinoides Lamarck.

Pl. XVI, fig. 5, 6, 7, 8, 13, 14, 15, 19.

1819. Lamarck, *Placuna pectinoides*, Anx. sans vert, 1re éd., t. IV, p. 224.
1836. — *Plicatula pectinoides* — , 2e éd., t. VII, p. 178 ; n° 12.
1858. Deslongchamps, *Harpax pectinoides*, *loc. cit.*, p. 33 ; pl. 8, fig. 6 à 15.

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

Cette espèce est très nettement caractérisée à l'état adulte. De taille supérieure aux deux espèces précédentes (3 à 4 cm. en moyenne entre les crochets et le bord ventral), la forme générale est dissymétrique, le bord postérieur rectiligne ou légèrement concave, le bord antérieur très régulièrement arrondi. La valve droite est plate, la valve gauche concave. Certains échantillons ont le test brillant; tous l'ont feuilleté. Les lamelles d'accroissement sont inégalement espacées et elles sont disposées en escaliers à la surface de la valve. La fixation se fait par une toute petite étendue au voisinage du crochet. L'ornementation, visible à une certaine distance du sommet, consiste en épines courtes ne s'étendant pas au delà de la surface libre des lamelles entre deux gradins d'accroissement. Ces épines sont constituées par des replis de la partie superficielle du test : la couche externe seule participe à leur formation, l'intérieur des valves est parfaitement lisse et montre seulement une empreinte palléale extrêmement nette, située loin du bord des valves et à l'intérieur de laquelle le muscle a une section subcirculaire très grande, ce qui laisse fort peu de place à l'animal. L'ornementation visible en relief sur la valve droite se marque en creux sur la valve gauche (pl. XVI, fig. 19).

Quelques caractères varient selon les individus. Le principal est le degré d'épaisseur de la coquille. Certains échantillons ont le test mince, d'autres l'ont épais et formé de très nombreuses lamelles superposées et ce, dans les mêmes gisements et à taille égale (pl. XVI, fig. 5, 6). Les différences dans l'épaisseur des valves ne sont pas caractéristiques de l'état adulte ce qui leur permettrait d'être considérées comme corrélatives de vieillissement : chez les individus dont la taille est d'environ un centimètre, elles s'observent déjà.

L'ornementation varie moins que chez les espèces précédentes : les épines peuvent être plus ou moins nombreuses et parfois leur longueur atteint celle observée chez *H. spinosus* Sow.

Dans tous les gisements où l'on récolte *H. pectinoides* Lamk. à l'état adulte, les petits échantillons qui les accompagnent offrent une grande diversité ; on peut les classer en quatre catégories :

1° Les uns ressemblent d'une façon indéniable aux grands individus décrits précédemment. La surface de fixation est petite, localisée près du crochet, le test est finement lamelleux. L'ornementation consiste en épines visibles assez près de la surface d'adhérence, plus serrées et plus petites que sur les grandes coquilles mais affectant la forme de plis très courts (pl. XVI, fig. 14, 15). On peut supposer que l'ornementation du jeune disparaît au fur et à mesure de l'accroissement de la valve, ce

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

qui contribue à donner près du crochet une surface dépourvue d'épines.

2° Les épines au lieu d'être courtes peuvent être longues et pointues comme dans *H. spinosus* Sow. (pl. XVI, fig. 13).

3° D'autres individus de petite taille adhèrent par une plus grande surface irrégulière, pouvant couvrir presque toute la valve. De telles coquilles revêtent deux aspects différents :

a. L'ornementation est faite de côtes rayonnantes arrondies qui se bifurquent ou se trifurquent à une certaine distance du sommet. De place en place, de longues épines tubuleuses sont aplaties contre ces côtes (pl. XVI, fig. 18, 20, 21). Tous ces caractères sont ceux décrits à propos de *H. Parkinsoni* Bronn.

b. Toute la surface de fixation est couverte sur la valve gauche d'écailles délicates et très rapprochées, ce qui donne à cette partie de la coquille un aspect râpeux caractéristique ; le reste de l'échantillon est du type de *H. Parkinsoni* Bronn.

Ces quatre aspects ne sont pas toujours aussi tranchés que les brèves descriptions précédentes pourraient le laisser supposer. Entre le premier et le troisième cas, il y a des intermédiaires constitués par des formes dans lesquelles les épines s'allongent, deviennent tubuleuses, tandis qu'apparaissent des ébauches de côtes rayonnantes.

Dans chaque cas enfin, une certaine variabilité des différents caractères s'observe : variabilité qui a surtout trait à la densité de l'ornementation : côtes, épines tubuleuses, écailles ou dents de râpe pouvant être plus ou moins serrées.

On voit d'après les faits précédents qu'il est extrêmement difficile de distinguer les trois espèces les unes des autres : on les trouve dans les mêmes gisements. Les différences spécifiques, si l'on s'en tient aux échantillons typiques. sont des différences d'ornementation. Or, dans chaque espèce, l'ornementation varie d'un individu à l'autre entre de si grandes limites que les caractères observés deviennent ceux de l'une des deux autres espèces. Il me semble, devant une si grande variabilité des espèces *H. Parkinsoni* Bronn, *H. spinosus* Sow., *H. pectinoides* Lamk., devant un passage si évident d'un type d'ornementation à un autre type, qu'il y a tout lieu de voir une seule espèce : *Harpax spinosus* Sowerby (la plus anciennement figurée) et deux variétés : la variété *Parkinsoni* Bronn. et la variété *pectinoides* Lamarck.

Remarques. — 1° J.-A. Eudes Deslongchamps a fait de très nombreuses variétés parmi ces *Harpax* et en particulier parmi *H. Parkinsoni* Bronn où l'on en compte cinq. Il me semble

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

bien difficile de le suivre dans cette voie. Ces variétés sont basées sur un tel détail de l'ornementation que, dans ces conditions, chaque forme devient une variété. Il fait en particulier la variété *recuperata* pour les coquilles dont la surface de fixation est marquée sur la valve gauche par une région munie d'écailles râpeuses. Ce caractère se retrouve chez beaucoup d'individus ; au delà de la surface d'adhérence l'ornementation est du type *spinosus* ou *spinosus* var. *pectinoides*. Il ne s'agit là selon toute vraisemblance, que d'un aspect motivé par un support provoquant chez l'animal une réaction spéciale. Ce ne peut être un trait permettant de distinguer une variété.

2° Parmi les échantillons de la collection Deslongchamps étiquetés *H. spinosus*, il y a des coquilles sans lamelles d'accroissement visibles mais munies de petites épines dressées à la surface de la valve. La valve gauche est entièrement lisse (pl. XVI, fig. 10, 11, 12). Ces formes ne se rapportent pas du tout à *H. spinosus* Sow. (pl. XVI, fig. 24) mais à *H. ventricosus* Münster [1], espèce sinémurienne. Les individus déterminés à tort *H. spinosus* par Deslongchamps proviennent d'ailleurs du Sinémurien de Crouay.

III

Parmi tous les faits signalés à propos de la description de *Harpax spinosus* Sow. et de ses variétés, deux d'entre eux méritent de retenir l'attention ; c'est, d'une part, l'ornementation « inversée » sur les deux valves (pl. XVI, fig. 19), épines sur la valve droite, gouttières sur la valve gauche et *vice-versa*, d'autre part la grande variation d'épaisseur de la coquille.

1° Ornementation. Elle est une conséquence de la structure de la coquille.

Structure de la coquille. J.-A. Eudes Deslongchamps sépare les *Harpax* en deux groupes : *Harpax* à test seulement lamelleux, *Harpax* à deux sortes de test.

Dans la première catégorie se rangent les formes étudiées dans ce travail. La coquille de certains *Harpax*, notamment de *Harpax spinosus* var. *pectinoides* est en effet constituée par des lamelles superposées qui se détachent facilement les unes des autres, leur bord externe est orné de plis et de petites gouttières caractéristiques de la variété.

1. Munster *in* Goldfuss. Petref. Germ., p. 101, pl. 107, fig. 3.

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

Une notion très grossière de la constitution du test est donnée par le simple examen à la loupe binoculaire d'un échantillon scié transversalement. A la surface, une mince couche d'un blanc légèrement jaunâtre est translucide, c'est dans cette couche que les détails de l'ornementation semblent être marqués. Au-dessous, une couche grise, très épaisse par rapport à la précédente, a ses bords lisses sans qu'aucun des accidents qui affecte la couche supérieure n'y soient imprimés.

L'examen au microscope d'une lame mince, prise en section transversale, montre que le test des *Harpax* est constitué suivant le type classique du test des Lamellibranches. Il y a deux couches principales : l'une externe, peu épaisse, faite de prismes plus ou moins parallèles, l'autre interne formant à elle seule la presque totalité de la coquille et composée de lamelles sensiblement parallèles. Couche prismatique, couche lamelleuse sont les deux constituants essentiels du test des *Harpax*. La couche prismatique est la plus intéressante ; si la coupe passe par une épine (pl. XVI, fig. 25) on peut voir que cette couche externe s'épaissit à ce niveau, les prismes (*a*) s'allongent et s'étalent vers le bord externe en une sorte d'éventail : il en résulte, en section, une partie légèrement en relief, correspondant à une épine. La surface inférieure de la couche prismatique est plane et la couche lamelleuse (*b*) a ses bords parallèles. Il est très difficile de voir quel est l'arrangement des lamelles, car elles sont cassées et se chevauchent. La couche prismatique est surmontée extérieurement d'une très mince pellicule faite de toutes petites lamelles parallèles.

Il est impossible de distinguer la constitution chimique de ces couches : calcite ou aragonite ; on sait que chez les Plicatules et les Spondyles[1] les deux types sont associés ; la calcite forme la couche externe, l'aragonite l'interne.

Cette lame mince révèle d'autres faits intéressants que M. Michel-Lévy a bien voulu me montrer. Entre les deux couches, dans la couche lamelleuse et plus ou moins irrégulièrement distribués dans l'épaisseur de la coquille, se trouvent de très jolis dépôts de fer (visibles en noir en lumière naturelle). Ce fer peut même être intercalé dans la couche interne sans que l'orientation des lamelles avoisinantes soit modifiée. La roche de laquelle ce fossile provient est une arkose ayant subi des modifications posthumes notamment dans les éléments feldspathiques, modifications se traduisant par le dépôt de fer. De la coquille à

1. L. Cayeux. Introduction à l'étude des roches sédimentaires. *Mém. Carte géologique France*, 1916, p. 472.

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

la roche, dans l'épaisseur de la coquille elle-même, il y a de nombreuses cassures qui constituent autant de lignes de pénétration et d'infiltration pour les eaux thermales grâce auxquelles ces modifications posthumes, avec dépôts de fer, ont pu se produire (pl. XVI, fig. 26).

Ornementation. Le fait que seule la couche prismatique participe à la formation des épines de la coquille permet d'expliquer les particularités de l'ornementation de *Harpax spinosus* Sow. et de ses variétés.

La plupart des individus sont ornés d'épines en relief sur une valve tandis que sur l'autre, elles correspondent à de petites gouttières. Il y a même des échantillons dont la valve droite est munie de nombreux plis et la valve gauche, marquée uniquement de petits sillons correspondant à chacun d'eux, de telle sorte que l'on peut dire que les traits de l'ornementation sont imprimés en relief sur une valve et en creux sur l'autre. Cette curieuse « inversion » de l'ornementation d'une valve à l'autre paraît difficile à interpréter. En effet, les cas où un accident visible sur une valve sous forme d'un bourrelet se traduit par un sillon sur l'autre, sont connus chez des animaux fixés et par suite certains exemplaires d'*Harpax* le présentent : un *Harpax* ayant pris un *Pecten* comme support, a sur la valve droite les côtes du *Pecten* marquées en creux, tandis que sur la valve gauche, ces côtes sont comme sur le *Pecten*. De tels accidents sont, la plupart du temps, visibles à l'intérieur des valves ; celles-ci se modelant l'une sur l'autre, l'aspect pris par chacune d'entre elles est facile à comprendre. En ce qui concerne l'ornementation des *Harpax*, il n'en est pas de même, l'intérieur des valves est parfaitement lisse.

Les faits observés s'expliquent d'une manière très simple par le mécanisme de croissance de la coquille.

Quand la coquille s'accroît, c'est d'abord la couche prismatique qui se forme, la couche lamelleuse ne se dépose qu'en arrière de la surface de contact du manteau et de la couche externe. Il en résulte que tout accident en relief sur la couche prismatique de la valve droite par exemple, affecte le manteau, sous forme d'un accident en creux, dans la partie diamétralement opposée sécrétant la couche prismatique de la valve gauche : celle-ci a de la sorte une gouttière si l'autre a un pli. Lorsque la couche lamelleuse se forme à ce niveau, l'ornementation est déjà acquise, les lamelles se déposent en donnant une surface lisse à l'intérieur de la coquille pendant que le même phénomène se reproduit en avant :

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

2° Différences d'épaisseur de la coquille. On trouve souvent, dans une même espèce des individus à coquille plus ou moins épaisse ; il s'agit presque toujours d'animaux ayant vécu dans des milieux différents et souvent l'épaisseur de la coquille est prise comme argument en faveur d'une eau riche ou pauvre en calcaire.

En ce qui concerne *H. spinosus* var. *pectinoides* Lamk. les choses se présentent différemment, car à taille égale et dans les mêmes gisements (pl. XVI, fig. 5, 6) on trouve des individus peu épais et d'autres qui sont très épais. Dans certains cas, on peut même penser, étant donné l'aspect pris par la coquille (pl. XVI, fig. 8), que la croissance en longueur s'est arrêtée pendant un certain temps et que la coquille s'est seulement accrue en épaisseur. Les différences de milieu ne sauraient être invoquées, aussi ne peut-on voir dans ces aspects si différents que la manifestation de caractères tenant à l'individu lui-même donc tout à fait indépendants des conditions extérieures. Parmi les Invertébrés, il y a peu de formes où ce fait a pu être mis en évidence avec autant de netteté. Il montre que l'épaisseur des valves, considérée trop souvent comme le reflet du milieu dans lequel vit l'animal, peut aussi être un caractère propre à l'individu, faisant partie de son « patrimoine héréditaire » et cela explique qu'on puisse le trouver chez des individus de toute taille.

Répartition stratigraphique et géographique de *Harpax spinosus* et de ses variétés.

Harpax spinosus et ses variétés sont très répandus dans toutes les formations du Lias moyen. On les trouve un peu partout en France et en Europe ainsi qu'en témoignent les multiples travaux sur les régions où le Lias affleure et les nombreux échantillons de provenance diverse que j'ai pu étudier.

Par contre, la répartition géographique de l'espèce typique et de ses deux variétés n'est pas uniforme. Dans l'ensemble, on peut dire que les trois formes existent partout mais avec prédominance très marquée de l'une d'entre elles. En Normandie, on trouve surtout la variété *Parkinsoni* Bronn. J.-A. Eudes Deslongchamps dit que la variété *pectinoides* Lamk. n'existe pas. J'en ai identifié deux individus : un jeune dans la Collection Deslongchamps et un adulte dans la Collection d'Orbigny au Museum ; toutefois, cet adulte avait deux épines de type *spinosus*.

En Vendée, en Espagne, la variété *Parkinsoni* est la plus répandue, les coquilles ont d'ailleurs une ornementation extrêmement accentuée (pl. XVI, fig. 17). Dans les Pyrénées (Collec-

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

tion de l'Abbé Dubar) il y a surtout *H. spinosus* ainsi que dans le Territoire de Belfort d'où proviennent les *H. spinosus* typiques.

C'est en Lorraine que la première place revient sans aucun doute à la variété *pectinoides* LAMK. Si l'on excepte les deux individus de Normandie dont l'un est jeune et dont l'autre a des caractères d'échantillons intermédiaires entre *H. spinosus* et la variété *pectinoides*, ce qui rend les identifications non absolues, on peut dire que *H. spinosus* var. *pectinoides* LAMK., est une forme exclusivement connue dans l'Est du Bassin de Paris et même localisée en Lorraine [1]. C'est par ailleurs une forme très nettement caractérisée quand elle atteint sa taille normale ; elle prend ainsi l'aspect d'une véritable race locale dont le plein épanouissement se place au Charmouthien.

Une telle répartition géographique ne saurait être facilement expliquée même en faisant intervenir le jeu des conditions de milieu.

CONCLUSIONS

L'étude de très nombreux *Harpax*, déterminés sous les noms de *H. spinosus* SOW., *H. Parkinsoni* BRONN., *H. pectinoides* LAMK. par les auteurs, conduit à admettre la présence d'une seule espèce dont les caractères d'ornementation sont extrêmement variables. Parmi tous les aspects qu'ils présentent, deux d'entre eux semblent être réalisés chez beaucoup d'individus de provenance diverse et par suite ils peuvent être pris comme type de deux variétés. La détermination des *Harpax* charmouthiens, simple si l'on s'en tient au nom de l'espèce, devient très difficile dès qu'on veut pousser la détermination et nommer la variété. En effet, les échantillons aux caractères intermédiaires sont au moins aussi nombreux que ceux qui se rapportent à des variétés bien définies ; la plupart du temps on pourra avoir affaire à un individu se rapprochant de l'une ou l'autre variété ou même des deux à la fois. Une telle difficulté se rencontre chaque fois qu'il s'agit de formes dont les traits, choisis comme traits spécifiques, varient entre de si grandes limites qu'entre deux extrêmes, il y a une série continue d'intermédiaires.

Au point de vue stratigraphique, ce fait n'a aucune importance, les variétés n'étant pas caractéristiques de niveaux déterminés, mais coexistant avec l'espèce typique. Il suffit de noter

1. Chaque fois que j'ai pu étudier des échantillons déterminés sous le nom de *H. pectinoides* LAMK. et provenant de régions autres que la Lorraine j'ai pu constater qu'il s'agissait soit de *H. spinosus* SOW., soit de la variété *Parkinsoni* mais jamais de la variété *pectinoides*.

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

dans une faune la présence de *H. spinosus* Sow. (au sens large, c'est-à-dire en y comprenant les variétés) pour pouvoir lui attribuer un âge charmouthien : la valeur de *H. spinosus* Sow. en tant que « bon fossile » n'est donc pas à négliger.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XVI

Fig. 1, 2, 3, 4. — *Harpax Parkinsoni*, var. *adoxa*, types de Deslongchamps, Charmouthien. Sables (Calvados) fig. 1, 2, valves droites, fig. 3, 4, valves gauches.

Fig. 5, 6. — *Harpax spinosus* var. *pectinoides* Lamk. (différences d'épaisseur de la coquille à taille égale). Charmouthien. Agincourt. Coll. Lamoureux, Institut de Géologie de Nancy. Fig. 5, 6, valves droites, fig. 5 *a*, 6 *a*, profil.

Fig. 7. — *Harpax spinosus* var. *pectinoides* Lamk. Charmouthien. Custines et Mousson. Coll. Institut de Géologie de Nancy. Fig. 7 valve droite, fig. 7 *a* valve gauche.

Fig. 8. — *Id.* (échantillon particulièrement épais) Charmouthien. Lay Saint-Christophe. Coll. Cordier, Institut de Géologie de Nancy. Fig. 8 valve droite, fig. 8 *a* profil.

Fig. 9. — *Harpax spinosus* var. *Parkinsoni* Bronn. Charmouthien. Entre Heillecourt et Houdemont. Coll. Institut de Géologie de Nancy. Fig. 9 valve droite, fig. 9 *a* valve gauche.

Fig. 10. — *Harpax* cf. *ventricosus* Münster, sous le nom de *H. spinosus* dans la Collection Deslongchamps. Sinémurien. Crouay.

Fig. 11, 12. — *Id.* valves droites.

Fig. 13, 14, 15. — Jeunes *Harpax spinosus* var. *pectinoides*, valves droites. Charmouthien. Custines et Mousson. Coll. Institut de Géologie de Nancy.

Fig. 16, 18, 20. — *Harpax spinosus* var. *Parkinsoni* Bronn. Charmouthien. Agincourt. Coll. Institut de Géologie de Nancy. Fig. 16, 18, 20 valves droites, fig. 20 *a* valve gauche.

Fig. 17. — *Harpax spinosus* var. *Parkinsoni* Bronn. (individu à ornementation très accentuée). Charmouthien. Josa (Espagne). Coll. Sorbonne. Fig. 17 valve droite, fig. 17 *a* valve gauche.

Fig. 19. — *Harpax spinosus* var. *Parkinsoni* Bronn. (individu à ornementation nettement « inversée ») Charmouthien. Lay Saint-Christophe. Coll. Institut de Géologie de Nancy. Fig. 19 valve droite, fig. 19 *a* valve gauche.

Fig. 21. — *Harpax spinosus* cf. var. *Parkinsoni* Bronn (échantillon intermédiaire entre *H. spinosus* et la variété *Parkinsoni*). Charmouthien, Agincourt. Coll. Institut de Géologie de Nancy. Fig. 21 valve droite, fig. 21 *a*, valve gauche.

Fig. 22. — Intérieur de la valve gauche de *Harpax spinosus* var. *pectinoides*, Charmouthien. Essey-lès-Nancy. Coll. Lebrun, Institut de Géologie de Nancy.

Fig. 23. — Intérieur de la valve droite de *H. spinosus* var. *pectinoides*, même provenance que la fig. 22.

Fig. 24. — *Harpax spinosus* Sow. Charmouthien. Roppe près Belfort. Coll. Laboratoire de Géologie de Strasbourg.

Fig. 25. — Coupe dans le test de *H. spinosus* var. *pectinoides*, au niveau d'un pli. *a* = couche prismatique, *b* = couche de lamelles $\times$ 35.

Fig. 26. — *Id.* dans une région montrant le dépôt de fer. L'échantillon coupé provient du Charmouthien d'Agincourt. Coll. Institut de Géologie de Nancy.

Tous les échantillons sont réduits aux 5/8e.

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

Deux niveaux distingués a l'aide des Foraminifères dans le Maestrichtien du Bassin de Paris

par **Pierre Marie** [1].

Un affleurement de craie blanche situé sur la commune du Meriot, au lieu dit La Fontaine-aux-Bois, arrondissement de Nogent-sur-Seine (Aube), à l'altitude de 150 m. dans le talus de la route allant à Provins, permet d'observer la succession suivante :

0 m. 25 terre végétale mélangée d'argile à silex,
0 m. 50 craie pulvérulente, jaunie par infiltration et séparée de la couche superficielle par une surface irrégulière,
0 m. 50 cordon de silex noirs branchus à patine blanche,
3 m. 50 craie blanche pulvérulente en partie masquée à la base par des éboulis.

Ce niveau qui, en cet endroit, forme le sommet de la craie de Longueville à *Belemnitella mucronata* et *Magas pumilus* ne m'a fourni aucun macrofossile. Deux prélèvements A et B y ont été effectués à 0 m. 50 et 1 m. 50 sous le cordon de silex.

D'autre part, les déblais d'un forage récent effectué par le Service Hydraulique de la ville de Montereau à 1 k. 500 au NE de la ville et à 200 m. au N de la RN N° 51 provenant d'une altitude imprécise comprise entre 15 et 55 m., m'ont fourni plusieurs échantillons de craie à *Belemnitella mucronata* renfermant de nombreux *Magas pumilus*. L'un d'entre eux (prélèvement C) est formé d'une craie marneuse gris clair.

Enfin l'échantillon D provient du gisement classique de Meudon, il fut étudié jadis par d'Orbigny et conservé à la Galerie de Paléontologie du Muséum.

Ces quatre prélèvements qui appartiennent tous à la zone à *Belemnitella mucronata* ont fourni après élimination des matières crayeuses, une quantité de résidus très variable qui semble dépendre du faciès examiné [2].

1. Note présentée à la séance du 7 juin 1937.
2. Craie pulvérulente des échantillons A et B : 100 gr. de résidu au kg. Craie grise marneuse de C : 3 gr. L'échantillon D provient d'une craie plus compacte qu'il est impossible d'éliminer complètement.

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

Ces divers résidus sont composés surtout de Foraminifères associés à quelques petits représentants de la faune macroscopique qui, en plus de nombreux débris d'Inocérames, Échinides, Ostracodes, Bryozoaires et Spongiaires siliceux, renferment des Brachiopodes : *Terebratulina* cf. *striata* et *Cistella* sp.

Répartition des faunes de Foraminifères dans les échantillons A B C D (composition en millième) [1].

GENRES	*ÉCHANTILLONS*			
	A	B	C	D
Bathysiphon.	...	...	..2	.
Reophax.	..1	..1	—.	.
Spirillina.	...	...	..3	+
Glomospira.	...	...	..1	.
Ammobaculites.	—	—	..1	.
Lituola.	.84	107	195	+
Textularia.	.20	.53	.11	+
Verneuilina.	.25	.75	.13	+
Gaudryina.	..1	.18	..6	+
Heterostomella.	..7	16.	.33	+
Arenobulimina + *Hagenowella* + + *Eggerella* + *Plectina.*	127	.44	162	+
Ataxophragmium + *Orbignyna.*	.15	..3	..8	+
Pernerina.	..6	..7	..3	+
Lagena.	..2	..1	..1	+
Lenticulina + *Robulus.*	.17	.21	.19	+
Flabellina + *Flabellinella.*	..6	..8	..6	+
Frondicularia.	..4	..9	..4	+
Marginulina.	..5	..5	..3	+
Nodosaria + *Dentalina.*	..7	..5	.10	+
Pyrulina.	—	—	..7	+
Ramulina.	—	—	.17	+
Spiroplectoides.	...	...	..8	+
Gümbelina.	—	—	.45	+
Bolivinoides.	..2	..2	.51	+

1. Les *nombres* notés dans les colonnes A B C en regard des genres correspondent à la proportion de leurs représentants dans l'échantillon considéré ; les *traits horizontaux* indiquent que le genre correspondant existe, mais est trop rare pour avoir été calculé. Les *croix*, inscrites dans la colonne D correspondent à la présence dans cet échantillon des divers genres considérés. La composition quantitative de celui-ci n'a pas été déterminée, car elle n'aurait pu être comparable aux autres ; par le fait que les éléments fins renfermant les *Eouvigerina*, *Gümbelina*, *Lagena*, etc. n'ont pas été conservés par d'Orbigny dans son échantillon.

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

Bolivinita.	... .	... .	.12	+
Eouvigerina.	..2 .	..0, 5	..3	.
Buliminella.	108 .	130 .	.23	+
Bolivina.	.65 .	..2 .	..1	+
Discorbis.	.17 .	.19 .	.80	+
Gyroidina.	196 .	229 .	.38	+
Eponides + *Pulvinulinella.*	..5 .	.50 .	124	+
Pullenia.	..8 .	..9 .	..1	+
Globigerina.	... .	..9 .	.30	+
Globorotalia.	... .	... .	.12	+
Rosalina.	..3 .	.15 .	.15	+
Cibicides.	222 .	118 .	.50	+

Cette liste montre l'abondance relative des genres renfermés dans un même prélèvement ainsi que sa variation dans les divers échantillons, en particulier les *Lituola*, *Arenobulimina*, *Cibicides*, *Gyroidina* et *Buliminella* sont abondants dans les diverses faunes ; les *Eponides*, *Discorbis*, *Textularia*, *Verneuilina* y sont relativement communs, tandis que tous les autres genres et en particulier ceux appartenant aux *Lagenidae* sont plutôt rares.

D'autre part, certains d'entre eux sont réprésentés dans les divers échantillons par des proportions variables d'individus. Celles-ci croissent de A à C pour : les genres indubitablement pélagiques comme *Globigerina*, *Gümbelina*, *Rosalina* (nombre de représentants A = 3 B = 24 C = 90) et pour : *Bolivinoides*, *Discorbis*, *Eponides* et *Lituola*. Tandis que cette proportion varie en sens inverse pour : *Bolivina*, *Cibicides*, *Ataxophragmium*, *Pernerina*, *Buliminella*, *Gyroidina* et *Pullenia*.

Enfin, certains de ces genres sont plus abondants dans un prélèvement que dans les autres, ou même sont spéciaux à l'un d'eux, ainsi parmi les genres communs, *Bolivina* domine dans A, *Pernerina*, *Buliminella*, *Pullenia*, *Gyroidina*, abondantes dans A et B deviennent rares dans C. Enfin, *Bolivinoides* et *Discorbis*, rares dans A et B abondent dans C. Seuls *Globorotalia*, *Spiroplectoides* et *Bolivinita* manquent totalement dans A et B mais existent dans C.

Ces remarques montrent que les formations ayant fourni les divers échantillons A B C se sont accumulés dans un bassin tranquille, riche en éléments nutritifs et sous une épaisseur d'eau relativement faible, mais à des distances d'autant plus éloignées des anciens rivages que la quantité des Foraminifères pélagiques renfermée est plus grande. Celle-ci montre, en outre, que les

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

divers échantillons peuvent être répartis en deux groupes (A + B et C + D).

	Groupe (A + B)	Groupe (C + D)
Genres communs :		
Buliminella. *Gyroidina.* *Cibicides.* *Bolivina* [1].	abondants	rares
Bolivinoides. *Discorbis.* *Eponides.*	rares	abondants
Genres spéciaux :		
Bolivinita. *Globorotalia.* *Spiroplectoides.*	0	communs

Composition qualitative des faunes rencontrées.

Les genres précédents sont représentés par les espèces suivantes, dont quelques-unes sont nouvelles [2].

Rhizamminidae.			
Rhizammina cf. *algaeformis* Brady (1) ..	AB.	(All)	CTECM
Bathysiphon sp.....	..C.		
Reophacidae.			
Reophax recta (Beissel) (2)	AB. D	(All)	.... M
Ammodiscidaë.			
Spirillina cretacea (Reuss) (3).....	..CD	(All)	.TECM
Glosmospira charoides (Jones) (4).	..C.	(All)	ECM

1. Très abondants seulement dans A.

2. Leur présence dans un échantillon est indiquée par la lettre correspondante de celui-ci. Leur répartition est établie d'après les travaux de d'Orbigny (craie blanche) pour la France (Fr.) de Franke (Ober-Kreide) pour l'Allemagne (All.) et de Cushman pour l'Amérique (Am.), en adoptant pour indiquer l'étage l'initiale de celui-ci (à savoir : C : Cénomanien, T : Turonien, E : Emscherien, C : Campanien, M : Maestrichtien, Mi ou Ms, pour le Maestrichtien inférieur ou supérieur, quand celui-ci est précisé dans les ouvrages consultés.

Pour l'Amérique, où le parallélisme reste encore à préciser, seul l'horizon correspondant du Texas est noté.

---

1. Brady, p. 274, pl. XXVIII, fig. 1.
2. Beissel, p. 22, pl. 5, fig. 1-3.
3. Reuss (3), p. 33, pl. I, fig. 1.
4. Brady, p. 334, pl. XXXVIII, fig. 10-16.

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

Lituolidae.			
Ammobaculites compressum (BEISSEL) (5)	ABC	(All)	CTECMi
Trochamminoides proteus (KARRER) (6)..	..C	.(All)	...CM
Lituola sp.	..C.		
L. nautiloidea LAMARCK (7)	ABCD	(All)	.... Mi
L. cf. *nautiloidea* LAMARCK.	AB..		
L. difformis LAMARCK (8)	ABCD	(Fr)	.... Mi
Textulariidae.			
Textularia Baubouiniana D'ORB. (9).	AB. D	(All)	CTECMi
T. conulus REUSS (10).	ABCD	(All)	CTECMi
T. trochus D'ORBIGNY (11)	ABCD	(Fr)	.... Mi
T. turris D'ORBIGNY (12)	ABCD	(All)	CTECM
Verneuilinidae.			
Verneuilina tricarinata D'ORB. (13).	ABCD	(All)	. TECM
Gaudryina sp.	..CD		
G. pupoides D'ORB. (14)	ABCD	(All)	. TECM
G. rugosa D'ORB. (15....).	ABCD	(All)	. TECM
Heterostomella sp.	AB..		
H. cf. *minuta* (MARSSON) (16)	ABCD	(All)	.... Mi
H. rugosa (D'ORBIGNY) (17).	ABCD	(Fr-Am)	....Mi
Valvulinidae.			
Arenobulimina obliqua (D'ORB.) (18)	..CD	(Fr)	...CMi
A. d'Orbignyi (REUSS) (19).	ABCD	(All)	CTECMi
A. puschi (REUSS) (20)	ABCD	(All)	...CMi
A. cf. *gibbosa* (D'ORBIGNY) (21).	..CD	(Fr)	.... Mi
A. globosa (V. HAGENOW) (22).	CD	(All)	.... Mi
A. rimosa (MARSSON) (23).	CD	(All)	.... Mi
A. variabilis (D'ORBIGNY) (24).	..CD	(Fr)	... CMi
Eggerella brevis (D'ORBIGNY) (25).	ABCD	(All)	... CM
E. cf. *brevis* (D'ORBIGNY)	CD		
Hagenowella inflatum (BEISSEL) (26).	ABCD	(All)	.TECM
H. subsphaerica (REUSS) (27)	ABCD	(All)	.TECM
H. trilobata (FRANKE) (28)	ABCD	(All)	.... Mi

5. BEISSEL, p. 23, pl. V, fig. 16.
6. BRADY, p. 341, pl. XI, fig. 1-3.
7. LAMARK, p. 243, pl. LXII, fig. 12 et Type.
8. LAMARK, p. 243, pl. LXII, fig. 13 et T.
9. D'ORB. (1), p. 46, pl. IV, fig. 29-30 et T.
10. FRANKE, p. 132, pl. XII, fig. 4-5.
11. D'ORB. (1), p. 45, pl. IV, fig. 25-26 et T.
12. D'ORB. (1), p. 46, pl. IV, fig. 27-28 et T.
13. D'ORB. (1), p. 39, pl. IV, fig. 3-4 et T.
14. D'ORB. (1), p. 44, pl. IV, fig. 22-24 et T.
15. D'ORB. (1), p. 44, pl. IV, fig. 20-21 et T.
16. MARSSON, p. 162, pl. IV, fig. 31.
17. D'ORB. (1), p. 47, pl. IV, fig. 31-32 et T.
18. D'ORB. (1), p. 40, pl. IV, fig. 7-8 et T.
19. REUSS (1), p. 38, pl. XV, fig. 74.
20. REUSS (2), p. 37, pl. IV, fig. 6.
21. D'ORB. (1), p. 38, pl. IV, fig. 1-2 et T.
22. MARSSON, p. 163, pl. IV, fig. 32.
23. MARSSON, p. 153, pl. III, fig. 21.
24. D'ORB. (1), p. 40, pl. IV, fig. 9-11 et T.
25. D'ORB. (1), p. 41, pl. IV, fig. 13-14 et T.
26. BEISSEL, p. 19, pl. IV, fig. 41-43 et 45.
27. FRANKE, p. 161, pl. XIV, fig. 24.
28. FRANKE, p. 161, pl. XIV, fig. 26.

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

Dorothia cf. *bulletta* (CARSEY) (29).	..C.		
Plectina sp.	ABCD		
P. ruthenica (REUSS) var. *Rhenana* (FRANK) (30).	AB..	(All)	. . . . Mi
Orbignyna ovata (v. HAGENOW) (31).	ABCD	(All)	. . . . Mi
Ataxophragmium variabilis (D'ORB.) (32)	ABCD	(All)	. . . . Mi
Pernerina crassa (D'ORB.) (33)..	ABCD	(All)	. . . . Mi
Lagenidae.			
Lagena (10 sp. nouvelles)	..C.		
L. acuticosta REUSS (34)	..C.	(All)	. . . . Mi
L. apiculata REUSS (35).	ABC.	(All)	CTECM
L. hispida REUSS (36).	.BCD	(All)	. TECMi
L. cf. *isabella* D'ORBIGNY (37)	..C.	(All)	. . . . Mi
L. multistriata MARSSON (38)	ABCD	(All)	. .ECMi
L. cf. *scalariformis* WILLIAMSON (39) . . .	..C.		
L. vulgaris REUSS (40).	.BC.	(All)	. .ECM
Lenticulina (3 nov. sp.)	ABCD		
L. comptoni SOWERBY (41).	ABCD	(All)	. . . CM
L. Marcki REUSS (42).	..C.	(All)	. .ECM
L. rotulata LAMARCK (43)	ABCD	(All)	CTECM
Robulus navicula (D'ORBIGNY) (44)	BCD	(All)	. TECM
R. cf. *orbicularis* (D'ORBIGNY) (45).	..C.	(All)	. .ECM
R. cf. *triangularis* (D'ORBIGNY) (46).	.BC.		
Astacollus sp.	ABC.		
A. recta (D'ORBIGNY) (47).	ABCD	(All)	CTECM
Vaginulina Gaudryana (D'ORBIGNY) (48)	.BCD	(Fr)	. . . . Mi
Flabellina Archiaci BEISSEL (49)	AB..	(All)	. . . . Mi
F. radiata (D'ORBIGNY) (50).	..CD	(All)	. . . . Mi
F. cf. *radiata* (D'ORBIGNY)	..C.		
F. rugosa D'ORBIGNY (51).	ABCD	(All)	CTECM
Flabellinella cf. *Watersii* (CUSHMAN) (52) .	ABCD	(Am)	Taylor
Frondicularia (8 nov. sp.) (52).	ABC.		
Fr. cf. *angusta* (NILSSON) (53).	.BC.	(All)	. TECM
Fr. Archiaciana D'ORBIGNY (54)	ABCD	(Am)	Taylor

29. CUSHMAN (1), pl. VIII, fig. 10.
30. BEISSEL, p. 23, pl. V, fig. 4-15.
31. MARSSON, p. 171, pl. V, fig. 40.
32. D'ORB. (1), p. 40, pl. IV, fig. 12 et T.
33. D'ORB. (1), p. 33, pl. III, fig. 7-8 et T.
34. REUSS (4), p. 331, pl. III, fig. 17-23.
35. REUSS (4), p. 318, pl. I, fig. 4-8, 10, 11.
36. FRANKE, p. 88, pl. VIII. fig. 6.
37. REUSS (4), p. 330, pl. IV, fig. 56.
38. MARSSON, p. 171, pl. V, fig. 40.
39. REUSS (4), P. 333, pl. V, fig. 69.
40. MARSSON, p. 85, pl. VII, fig. 31.
41. SOWERBY, Min. Conch., p. 121.
42. REUSS (3), p. 68. pl. IX, fig. 4.
43. CUSHMAN (2), 1927, p. 142, pl. XXVIII, fig. 7 a-b.
44. D'ORB. (1), p. 27, pl. II, fig. 19-20.
45. FRANKE, p. 113, pl. X, fig. 11 a-b.
46. D'ORB. (1), p. 27, pl. II, fig. 22.
47. D'ORB. (1), p. 28, pl. II, fig. 23-25.
48. D'ORB. (1), p. 28, pl. II, fig. 26-27.
49. BEISSEL, p. 46, pl. IX, fig. 10-14.
50. D'ORB. (1), p. 19, pl. I, fig. 26-28.
51. D'ORB. (1), p. 23, pl. II, fig. 4-7.
52. CUSHMAN (2), 1936, p. 14, pl. III, fig. 14-15.
53. REUSS (3), p. 52, pl. IV, fig. 5.
54. D'ORB. (1), p. 20, pl. I, fig. 34-36 et T.

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

Fr. bicornis REUSS (55).	.BCD	(All)	..ECM
Fr. cf. *decheni* REUSS) (56).	..C	.(All)	CTECM
Fr. Frankei CUSHMAN (57).	..C.	(Am)	Austin-Taylor
Fr. cf. *linearis* FRANKE (58).	A.C.	(All)	.... Mi
Fr. linguiformis MARSSON (59).	.BC.	(All)	.... Mi
Fr. solea v. HAGENOW (60).	AB..	(All)	..ECM
Fr. striatula REUSS (61)	.B.	(Am)	Taylor
Fr. undulosa CUSHMAN (62)	A...	(Am)	Taylor
Fr. leavis MARSSON (63).	ABCD	(All)	..ECM
Fr. Verneuilina D'ORBIGNY (64)	ABCD	(Am)	Taylor
Marginulina (2 nov. sp.)	.BC.		
M. apiculata REUSS (65).	ABCD	(All)	..ECM
M. bullata REUSS (66).	.BCD	(All)	. TECM
M. elongata D'ORBIGNY (67).	ABCD	(Fr)	... CM
M. hamulus CHAPMAN (68)	..C.	(All)	. T. CM
M. inaequalis REUSS (69)	ABC.	(All)	. TECMi
M. cf. *linearis* REUSS (70).	..C.	(All)	. T....
M. seminotata REUSS (71).	ABC.	(All)	... CM
M. trilobata D'ORBIGNY (72).	ABCD	(All)	..ECM
Nodosaria sp.	..C.		
N. amphyoxys REUSS (73).	..C.	(All)	CT...
N. aspera REUSS (74).	ABC.	(All)	. TECM
N. inops REUSS (75)	..C.	(All)	
N. intercostata REUSS (76).	.BC.	(All)	..ECM
N. limbata D'ORBIGNY (77).	..CD	(All)	... CM
N. prismatica REUSS (78).	..C.	(All)	... CM
N. raphanistrum LINNÉ (79).	ABC.	(All)	..ECM
N. raphanus LIN. var. *bactroides* Rss (80).	BC. .	(All)	..ECM
Svenia leavigata (NILSSON) (81).	ABCD	(All)	..ECM
Dentalina (10 nov. sp.)	.BC.		
D. affinis REUSS (82).	.B..	(All)	. TECM
D. catenula REUSS (83)	..C.	(All)	..ECM

55. FRANKE, p. 63, pl. V. fig. 8-9.
56. REUSS (3), p. 47, pl. IV, fig. 3.
57. CUSHMAN (2), 1936, p. 18, pl. IV, fig. 6-7.
58. FRANKE, p. 72, pl. VI, fig. 17-18.
59. MARSSON, p. 135, pl. II, fig. 14.
60. FRANKE, p. 69, pl. VI, fig. 7-8.
61. CUSHMAN (2), 1936, p. 18, pl. IV, fig. 4-5.
62. CUSHMAN (2), 1936, p. 13, pl. III, fig. 7-11.
63. MARSSON, p. 136, pl. II, fig. 16.
64. D'ORB. (1), p. 20, pl. I, fig. 32-33 et T.
65. FRANKE, p. 74, pl. VI, fig. 24-25.
66. FRANKE, p. 76, pl. VII, fig. 28.
67. D'ORB. (1), p. 17, pl. I, fig. 20-22.
68. CHAPMAN, part. 5, p. 191, pl. IV, fig. 13.
69. FRANKE, p. 76, pl. VII, fig. 6-7.
70. FRANKE, p. 75, pl VII, fig. 4.
71. FRANKE, p. 77, pl. VII, fig. 8.
72. D'ORB. (1), p. 16, pl. I, fig. 16-17 et T.
73. EGGER, p. 76, pl. VIII, fig. 9.
74. FRANKE, p. 50, pl. IV, fig. 14.
75. REUSS (2), p. 24, pl. II, fig. 7.
76. EGGER. p. 76, pl. VIII, fig. 22.
77. D'ORB. (1), p. 12, pl. I, fig. 1.
78. EGGER, p. 77, pl. VIII, fig. 5-8.
79. FRANKE, p. 43, pl. III, fig. 31-35.
80. FRANKE, p. 47, pl. IV, fig. 4.
81. BROTZEN, p. 66, pl. II, fig. 3, 6, 7.
82. FRANKE, p. 38, pl. III fig. 19.
83. REUSS (3), p. 41, pl. III, fig. 6.

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

D. cognata REUSS (84)	..C.	(All)	. TECM
D. cylindroides REUSS (85)	..C.	(All)	..ECM
D. filiformis REUSS (86)	..C.	(All)	. TECM
D. aculeata D'ORBIGNY (87)	..CD	(Fr)	...CM
D. inornata D'ORBIGNY (88)	ABC.	(All)	CTECM
D. lilli REUSS (89)	..C.	(All)	CTECM
D. majuscula (MARSSON) (90)	..C .	(All)	.... M
D. monile (V. HAGENOW) (91)	..C.	(All)	. T. CMi
D. raristriata (CHAPMAN) (92)	..C.	(All)	..ECMi
D. Steenstrupi REUSS (93)	.B..	(All)	..ECMi
D. sulcata (NILLSON) (94)	.BCD	(All)	... CM
Polymorphinidae.			
Polymorphina gibba (D'ORB.) var. *aequalis* D'ORB. (95)	ABC.	(All)	. TECM
Pyrulina sp.	ABCD		
P. acuminata D'ORBIGNY (96)	ABCD	(All)	. TECM
Ramulina aculeata (WRIGHT) (97)	ABCD	(All)	. TECM
Heterohelicidae.			
Spiroplectoides articulata (REUSS) (98)	..CD	(All)	. TECMi
Gumbelina sp.	..CD		
G. globulosa (EHRENBERG) (99)	ABCD	(All)	. TECM
Pseudotextularia fructicosa (EGGER) (100)	..C.	(All)	... CM
Planoglobulina acervulinoides (EGG.) (101)	..C.	(All)	... CM
Bolivinoides decorata (JONES) (102)	ABCD	(All)	... CM
Bolivinita Eleyi CUSHMAN (103)	..CD	(Am)	
Eouvigerina (nov. sp.)	..C.		
E. aspera (MARSSON) (104)	A...	(All)	.... Mi
E. westphalica (FRANKE) (105)	.B.	(All)	... CM
Buliminidae.			
Buliminella Murchisoniana (D'ORB.) (106)	.BCD	(All)	CTECMs
B. obtusa (D'ORBIGNY) (107)	ABCD		.... Mi

84. REUSS (3), p. 39, pl. I, fig. 9.
85. REUSS (3), p. 39, pl. I, fig. 9.
86. REUSS (3), p. 44, pl. III, fig. 8.
87. D'ORB. (1), p. 13, pl. I, fig. 23.
88. D'ORB. (2). p. 44, pl. III, fig. 50-51.
89. REUSS (2), p. 25, pl. II, fig. 11.
90. MARSSON, p. 130, pl. I, fig. 7.
91 FRANKE, p. 31, pl. II, fig. 27 a-b.
92. CHAPMAN, part. 4, p. 591, pl. IX, fig. 4.
93. FRANKE, p. 38, pl. III, fig. 15.
94. BROTZEN, p. 71, pl. II, fig. 8-16.
95. FRANKE, p. 116, pl. X, fig. 16.
96. D'ORB. (1), p. 43, pl. III, fig. 18-19.
97. CHAPMAN, pl. IX, p. 583, pl. XII, fig. 7-9.
98. REUSS (2), p. 45, pl. V, fig. 14.
99. FRANKE, p. 134, pl. XII, fig. 11.
100. CUSHMAN (1), pl. XXVI, fig. 16.
101. EGGER, p. 36, pl. XIV, fig. 14-18.
102. CUSHMAN (2), 1927, p. 90, pl. XII, fig. 8.
103. CUSHMAN (2), 1927, p. 91, pl. XII, fig. 11 a-b.
104. MARSSON, p. 157, pl. III, fig. 26.
105. FRANKE, p. 122, pl. XI, fig. 14.
106. D'ORB. (1), p. 41, pl. IV, fig. 15-15' et T.
107. D'ORB. (1), p. 39, pl. IV, fig. 5-6 et T.

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

Bolivina tegulata REUSS (108)	A...	(All)	CT. .Mi
B. Reussi (GEINITZ) (109)	. BC.	(All)	T. .M
Virgulina cf. *imbricata* (REUSS) (110)	..C.	(All)	... CM
Reussella cf. *tricarinata* (D'ORB.) (111)	..C.	(Fr)	...C.
***Ellipsoidinidae*,**			
Pleurostomellina (2 nov .sp.)	..C.		
***Rotaliidae*.**			
Discorbis sp.	..CD		
D. Clementiana (D'ORBIGNY) (112)	..CD	(Fr)	.... Mi
D. Lorneiana (D'ORBIGNY) (113)	ABCD	(All)	..ECM
Gyroidina sp.	..CD		
G. esculpta (REUSS) (114)	ABCD	(All)	..ECM
G. umbilicata (D'ORBIGNY) (115)	ABCD	(All)	.TECM
Eponides sp.	AB. D		
***Cassidulinidae*.**			
Pulvinullinella Cordieriana (D'ORB.) (116)	..CD	(Fr)	.... Mi
***Chilostomellidae*.**			
Pullenia quinqueloba REUSS (117)	ABCD	(All)	.... CM
P. sphaeroides (D'ORBIGNY) (118)	ABCD	(All)	... CM
Globigerinidae			
Globigerina aspera (EHRENBERG) (119)	..CD	(All)	.TECM
G. cretacea D'ORBIGNY (120)	ABCD	(All)	..ECM
***Globorotaliidae*.**			
Globorotalia Micheliniana (D'ORB.) (121)	..CD	(All)	.TECM
Rosalina Linnei (D'ORB.) (122)	ABCD	(All)	.TECM
***Anomalinidae*.**			
Cibicides Beaumontiana (D'ORB.)	..CD	(All)	..ECM
C. Voltziana (D'ORBIGNY) (124)	ABCD	(Fr)	....Mi

108. CUSHMAN (2), 1927, p. 86, pl. XII, fig. 2.
109. REUSS (1), p. 40, pl. VIII, fig. 61.
110. REUSS (2), p. 38, pl. IV, fig. 7.
111. D'ORB. (1), p. 42, pl. IV, fig. 16-17.
112. D'ORB. (1), p. 37, pl. III, fig. 23-25 et T.
113. D'ORB. (1), p. 36, pl. III, fig. 20-22 et T.
114. REUSS (3), p. 78, pl. XI, fig. 4.
115. D'ORB. (1), p. 32, pl. III, fig. 4-6.
116. D'ORB. (1), p. 33, pl. III, fig. 9-11 et T.
117. FRANKE, p. 194. pl. XVIII, fig. 13.
118. D'ORB. (2), p. 107, pl. V, fig. 8-10.
119. BEISSEL, p. 73, pl. XIV, fig. 1-6.
120. D'ORB. (1), p. 34, pl. III, fig. 12-14.
121. D'ORB. (1), p. 31, pl. III, fig. 1-3.
122. J. DE LAPPARENT, p. 1-12, fig. 1-2, pl. I, fig. 3-5.
123. D'ORB. (1), p. 35, pl. III, fig. 17-19 T.
124. D'ORB. (1), p. 32, pl. II, fig. 32-34 et T.

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

Cette faune [1], qui se compose de 126 espèces déjà reconnues en Europe ou Amérique, en comprend :

87 qui sont nouvelles pour le Crétacé du Bassin de Paris et 39 autres qui furent déjà reconnues par d'Orbigny.

Parmi celles-ci :

22 sont communes à Sens et Meudon et 17 sont spéciales à Meudon et Saint-Germain,

mais aucune des espèces caractérisant d'après d'Orbigny la Craie de Sens ne se rencontre dans nos échantillons.

Cette dernière remarque, en éliminant toute possibilité de comparaison entre nos échantillons et la faune de la Craie de Sens (Campanien inférieur), permet de les considérer comme faisant partie d'un ensemble d'âge voisin ou identique à celui des horizons de Meudon, qui est caractérisé par l'association suivante :

Lituola nautiloidea LAMARCK,
— *difformis* LAM.,
Textularia trochus D'ORB.,
Arenobulimina d'Orbignyi (REUSS),
— *puschi* (REUSS),
Eggerella brevis (D'ORB.),
Hagenowella inflata (BEISSEL),
— *subsphaerica* (REUSS),
— *trilobata*, (FRANKE)
Ataxophragmium variabilis (D'ORB.),
Pernerina crassa (D'ORB.),
Flabellinella Watersii (CUSHMAN),
Frondicularia Archiaciana D'ORB.,
— *leavis* MARSS.,
— *Verneuilina* D'ORB.,
Discorbis Lorneiana (D'ORB.),
Cibicides Voltziana (D'ORB.).

La comparaison des faunes de ces divers prélèvements confirme et précise la division en deux groupes (A + B) et (C + D)

1. Ces diverses espèces réparties d'après la classification de Cushman correspondent aux figurations indiquées en regard dans la liste annexe jointe à la bibliographie. Parmi celles-ci, j'ai cru bon de scinder les *Bulimina variabilis* D'ORBIGNY qui servirent de type générique à Reuss pour former son genre *Ataxophragmium* en *Ataxophragmium variabilis* (D'ORB.) (craie blanche, pl. IV, fig. 12) pour les formes à enroulement symétrique considérées comme adultes par d'Orbigny et en *Arenobulimina variabilis* D'ORB.) (Cr. blanche, pl. IV, fig. 9 à 11) pour celles à groupement spiralé, car les figurations de d'Orbigny se rapportent, comme j'ai pu m'en rendre compte par l'examen de ses types originaux, à deux genres voisins mais différents. De plus, ces deux espèces n'ont pas la même répartition stratigraphique, puisqu'elles sont associées à Meudon et Montereau, tandis que seule la forme *Ataxophragmium* se rencontre couramment à la Fontaine-aux-Bois.

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

pressentie à la suite de l'examen de leur composition quantitative.

Ainsi toutes les espèces trouvées dans le prélèvement D de Meudon se retrouvent dans l'échantillon C de Montereau, qui renferme cependant un certain nombre d'espèces nouvelles se rapportant surtout aux *Lagenidae*. Cette différence de composition semble pouvoir résulter de la variation des faciès existant entre les deux gisements, puisque leurs espèces communes sont identiques entre elles. En effet, sur 78 espèces formant la faune de D, 74 se retrouvent dans C à Montereau. Cette similitude permet donc bien de paralléliser ces deux prélèvements et de considérer C comme un équivalent de D ou tout au moins comme s'étant déposé à une époque très voisine.

Ce groupe qui est caractérisé par une faune comprenant 39 espèces sur les 43 signalées par d'Orbigny à Meudon et Saint-Germain, présente l'association suivante :

Arenobulimina obliqua (D'ORB.),
— *gibbosa* (D'ORB.),
— *variabilis* (D'ORB.),
— *globosa* (V. HAG.),
— *rimosa* (MARSS),
Flabellina radiata (D'ORB.),
Nodosaria limbata D'ORB.,
Dentalina aculeata D'ORB.,
Spiroplectoides articula (REUSS),
Bolivinata Eleyi (CUSHMAN),
Discorbis Clementiana (D'ORB.),
Pulvinulinella Cordieriana (D'ORB.),
Globorotalia Micheliniana (D'ORB.),
Cibicides Beaumontiana (D'ORB.).

L'autre groupe formé par les prélèvements A et B ne renferme plus que 30 espèces parmi les 43 signalées par d'Orbigny à Meudon. Il est caractérisé par l'association suivante :

Lituola nautiloidea LAM., nov. mut.,
Plectina ruthenica (RSS) var. *rhenana* FRANKE,
Flabellina Archiaci BEISSEL,
Frondicularia solea V. HAGENOW,
Bolivina tegulata RSS.

et ne renferme plus aucune des espèces caractéristiques du groupement précédent.

La présence dans ce groupe d'une mutation évoluée de *Lituola nautiloidea*, qui est plus comprimée et plus régulière que les

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

espèces types récoltées à Meudon, ainsi que l'existence d'abondantes *Bolivina tegulata* et la disparition des *Arenobulimina variabilis* (D'ORB.) qui se rencontrent à Meudon et à Sens, me font penser qu'il paraît difficile de pouvoir considérer le gisement de la Fontaine-aux-Bois comme inférieur à la Craie de Meudon. Par contre, son parallélisme avec un niveau légèrement supérieur à ceux récoltés par d'Orbigny à Meudon me semblerait plus normal.

COMPARAISON DES MICROFAUNES OBSERVÉES AVEC CELLES RECONNUES A L'ÉTRANGER.

La grande majorité des Foraminifères calcaires rencontrés dans nos échantillons, a déjà été reconnue en Amérique du Nord dans les couches du Taylor et du Navarro du Texas.

Ceux-ci se retrouvent également dans les horizons supérieurs du Sénonien du Bassin Méditerranéen, principalement en Espagne et Afrique du Nord où ils dominent nettement sur les Foraminifères arénacés.

Mais c'est surtout avec les Bassins Nord européens que la comparaison est la plus instructive, car les espèces contenues dans nos faunes, ainsi que leurs associations qui caractérisent la zone à *Belemnitella mucronata*, sont identiques à celles que l'on rencontre : en *Bohême*, dans les horizons de Gerardsreut, à *Rügen* dans la craie blanche et à *Aix-la-Chapelle* (Limbourg) dans le tuffeau de Maestricht.

En effet, ce dernier forme (Haug et Gignoux) le type de l'étage Maestrichtien.

L'étude des microfaunes renfermées dans cette formation a permis à Beissel d'y reconnaître :

1° dans les horizons de craie sans silex de Fridrichsberg et de Preussberg appartenant au Maestrichtien inférieur une association de Foraminifères identiques d'une part à celle de Rügen et d'autre part à celle de nos échantillons de Meudon et Montereau, qui renferment entre autres :

Lituola Nautiloida LAM.
Arenobulimina globosa v. HAG.
— *variabilis* (D'ORB.),
Ataxophragmium variabilis (D'ORB.),
Flabellina radiata (D'ORB.).

2° dans les couches limites formant la base de la craie maestrichtienne supérieure à silex une faune caractérisée comme à

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

Fontaine-aux-Bois par l'apparition d'abondantes *Bolivina tegulata* et la disparition complète des *Arenobulimia variabilis*.

Ainsi la craie à *Belemnitella mucronata* du Bassin de Paris, qui s'est déposée au cours d'une régression, renferme des faunes de Foraminifères semblables à celles du Maestrichtien type d'Aix-la-Chapelle. Elle comprend, comme celui-ci, deux horizons caractérisés chacun par une faune spéciale. Au premier, d'âge maestrichtien inférieur correspondent les formations étudiées de Meudon et de Montereau, tandis qu'à l'autre, plus élevé, se rapportent les niveaux de la Fontaine-aux-Bois.

BIBLIOGRAPHIE

Beissel (Holtzapfel). Die foraminiferen der Aachenerkreide. *Abh. d. Preuss. Geol. Landesanst.* Berlin, 1891.

Brady H. B. Foraminifera. The voyage of Challenger. Zoology; vol. 9, London, 1884.

Brotzen F. Die Foraminiferen in Sven Nilssons Petrificata Suecana 1827. *Geol. För. i. Stockholm Förhandl.* Bd. 59, 1937.

Chapman. The foraminifera of the Gault of Folkestone. *Journ. Roy. microsc. Soc.*, London, 1891-1896.

Cushman J. A. [1] An illustrated key to the genera of the foraminifera; Cushman lab. f. foraminiferal research, sp. public, n° 5 Sharon 1933.

— [2] Contributions from the Cushman laboratory for foraminiferal research, Sharon, 1925-1937.

D'Orbigny A. [1] Mémoire sur les Foraminifères de la craie blanche du Bassin de Paris, *Mém. Soc. Géol. Fr.*, vol. 4, Paris, 1840.

— [2] Foraminifères fossiles du bassin tertiaire de Vienne, Paris, 1846.

Egger J. G. Foraminiferen und Ostrakoden aus den Kreidemergeln der oberbayerischen Alpen. *Abh. d. Math. Phys. Cl. d. König. Bay. Akad. d. Wiss.*, Bd. 21, München, 1899.

Franke A. Die Foraminiferen der Oberen Kreide Nord-und Mittelsdeutschlands. *Abh. d. Preuss. Geol. Landesanst.*, Berlin, 1928.

Lamarck. Ann. du Muséum, vol. 5 et 8, Paris, 1802.

— Encyclopédic méthodique, Paris, 1804.

— Animaux sans vertèbres, t. VII, 1822.

Lapparent J. de. Étude lithologique des terrains crétacés de la région d'Hendaye. *Mém. Carte géol. France*, Paris, 1918.

Marsson. Die Foraminiferen der Rügensche Schreibkreide; *Mittheil. Natür. Wiss. Verrein, Neuevorpommern* u. Rügen, 1878.

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

Reuss A. E. [1] Die Versteinerungen der Böhmischen Kreideformation, Stuttgart, 1845-1846.

— [2] Die Foraminiferen und Entomostraceen des Kreidemergels von Lemberg. *Natürwiss. Abh.* Bd. 4, 1850.

— [3] Die Foraminiferen der Westphalischen Kreideformation. *Sitzungsber. d. Math. Natürwiss. Cl. d. K. Akad. d. Wiss.* Vienne, 1860.

— [4] Die Foraminiferen. Familie der Lagenideen. *Ibid.*, 1862.

Sowerby. Mineral conchology.

Wright. Cretaceous foraminifera of Keady Hill. Co. Derry. *Rep't. Proc. Belfast Nat. Field Club*, 1885-86, App,

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

Nouveaux gisements de Calcaire pisolithique a l'Ouest et au Sud de Paris

par **R. Soyer** [1].

Au cours de la campagne d'études qui a précédé la construction de l'Émissaire Sèvres-Achères, effectuée par le Service des Grands Travaux d'Assainissement du Département de la Seine, plusieurs sondages ont percé complètement la couverture nummulitique, en traversant des couches post-crétacées ; ils ont été arrêtés dans la craie sénonienne.

Les travaux de l'émissaire étant en cours, j'ai pu examiner dans le souterrain le contact de la craie et des couches montiennes, notamment à Rueil, où l'état des travaux permet d'observer leur disposition sur une longueur de 570 mètres.

L'existence du Montien à Rueil n'est pas une notion nouvelle car cette formation a été observée en affleurement en 1916, au cours d'une excursion de la Société Géologique de France dans cette localité [6] [2]. L'émissaire qui s'étend sous la rue du Château et le boulevard Richelieu permet d'étudier les relations du Crétacé et du Montien dans des conditions exceptionnellement favorables.

La coupe générale est la suivante :

Voûte du souterrain.

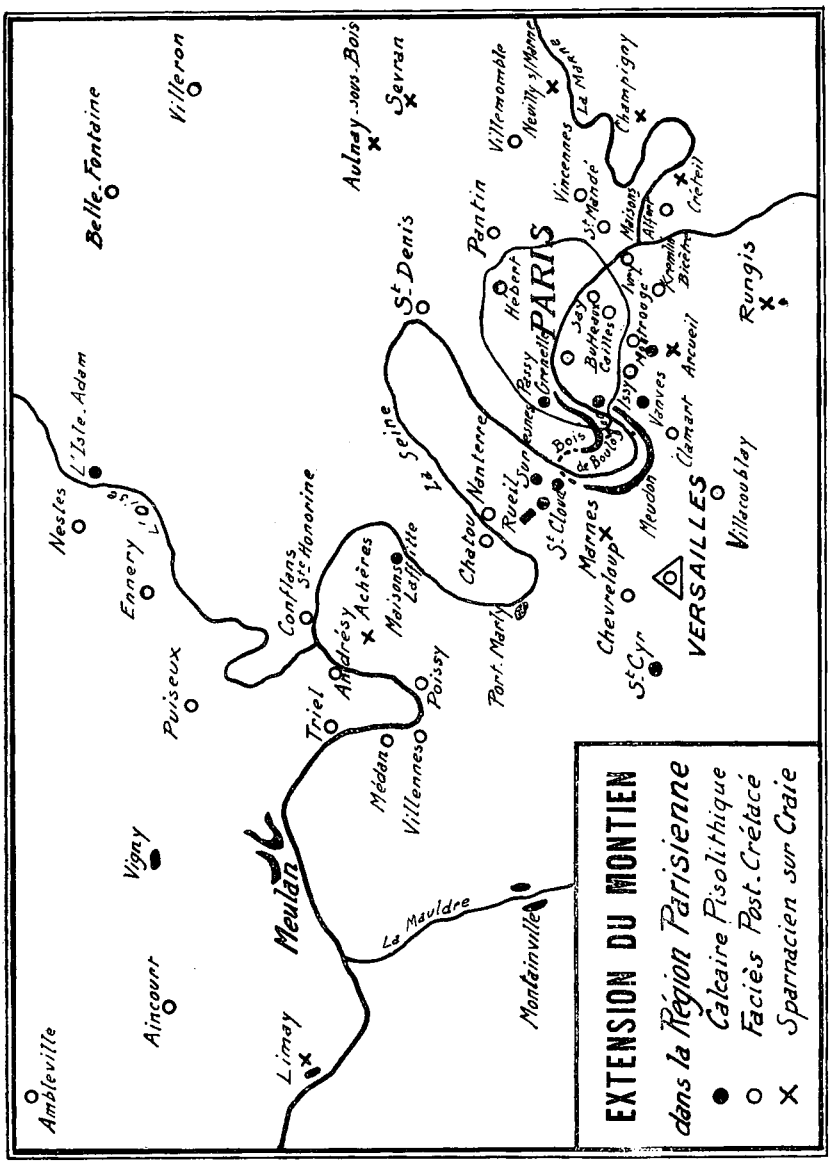
Montien (Calcaire pisolithique)	1.	Calcaire jaunâtre sableux, pisolithique, avec Foraminifères et débris d'Échinides, visible sur 1 m. 50
	2.	Calcaire rougeâtre parfois sableux, grenu, assez dur, à Foraminifères, Mollusques encroûtés dans une gangue de calcite..... 0 m. 80
	3.	Calcaire blanc ou blanc jaunâtre à Foraminifères, à petites pisolithes..... 0 m. 20 à 0 m. 30
Maestrichtien	4.	Craie blanc-jaunâtre et rougeâtre, endurcie, tubuleuse, parfois fissurée..... 1 m. à 1 m. 50
	5.	Craie blanche compacte, silex rares, à *Bel. mucronata*, *Ananchytes*, *Ostrea vesicularis*, *Rynchonella*, etc.

1. Note présentée à la séance du 21 juin 1937.

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

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

Le contact de la craie et du calcaire pisolithique est bien net, parfaitement rectiligne, et la craie ne présente aucune trace de



ravinement; on n'y observe pas de poches comme à Meulan-Gaillon (8) ni le poudingue de base signalé dans quelques endroits (4), mais il existe une zone de dissolution de 2 à 3 cm.

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

au contact des deux niveaux ; cette zone intéresse uniquement la craie ; les couches de base du calcaire pisolithique sont bien compactes et ne montrent aucune trace d'érosion.

L'altitude du contact est à la cote + 22.50 à l'origine du chantier, sous la rue du Château, au droit de la rue Hervé. Le Montien échappe à la voûte de l'ouvrage à la cote + 25.50, à l'angle de la rue de Zurich et du boulevard Richelieu. Le pendage général atteint 4^{G} en direction NNE.

Cette coupe partielle est complétée par les renseignements des sondages carottés, effectués sur le tracé, en particulier par un sondage exécuté route de Saint-Cloud, à la limite de Rueil et de Suresnes.

Cote du sol : + 91.03

Remblais, marnes infragypseuses	4 m. 85	91.03 à	86.18
Calcaire de Saint-Ouen	3 m. 50	86.18	82.68
Sables de Beauchamp	7 m. 40	82.68	75.28
Lutétien	24 m. 45	75.28	50.83
a) Marnes et Caillasses	10 m. 95		
b) Calcaire grossier	13 m. 50		
Sparnacien	22 m. 80	50.83	28.03
a) Fausses glaises	11 m. 60		
b) Sables d'Auteuil	3 m. 20		
c) Argile plastique	8 m. 00		
Montien	8 m. 70	28.03	19.33
a) Calcaire gris, dur, compact	4 m. 40		
b) Calcaire jaunâtre fossilifère, Foraminifères et Polypiers	2 m. 10		
c) Calcaire jaunâtre et marnes jaunes tendres, fossiles écrasés	1 m. 05		
d) Calcaire pisolithique jaune, fossilifère	1 m. 15		
Sénonien	2 m. 00	19.33	17.33
Craie blanc jaunâtre altérée, sans silex.			

Un second sondage à Rueil, route de Saint-Cloud, donnait la coupe suivante :

Cote du sol : + 56.66

Éboulis	7 m. 50	56.66 à	49.16
Sparnacien	18 m. 40	49.16	30.76
a) Fausses glaises	1 m. 10		
b) Sables d'Auteuil	4 m. 20		
c) Argile plastique	13 m. 10		
Montien	5 m. 45	30.76	25.31

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

a) Grès calcaire sableux jaunâtre à Foraminifères	1 m. 40		
b) Marnes argileuses jaunâtres sableuses	0 m. 30		
c) Calcaire jaunâtre, tendre, sableux à Foraminifères	0 m. 90		
d) Sable jaunâtre calcaire et calcaire noduleux	0 m. 95		
e) Calcaire pisolithique gris-jaunâtre, dur, fossilifère	0 m. 30		
f) Calcaire jaunâtre à Foraminifères.	1 m. 60		
SÉNONIEN	4 m. 85	25.31	20.46
a) Craie jaunâtre, endurcie au sommet, blanche et tendre à la base.	2 m. 15		
b) Craie jaunâtre très tendre	1 m. 05		
c) Craie blanche à silex	1 m. 65		

Un troisième sondage, place de l'Église, à l'angle de la rue Hervet, montre le Montien décapé par les Alluvions anciennes et reposant sur la craie maestrichtienne :

Cote du sol : + 33.46

Remblais	1 m. 95	33.46 à	31.51
Alluvions	9 m. 65	31.51	21.86
MONTIEN	0 m. 55	21.86	21.31
Calcaire grisâtre dur, zoogène, pisolithique, à Foraminifères.			
MAESTRICHTIEN	0 m. 05	21.31	21.26
Craie blanc-jaunâtre dure, *O. vesicularis*.			

Dans un forage effectué en 1889 par l'entreprise Bécot à la ferme de la Fouilleuse, le calcaire pisolithique avait été reconnu par les sondeurs, dont la coupe originale mentionne :

SPARNACIEN : Sables blancs ou jaunâtres argileux.	1 m. 85		
MONTIEN	5 m. 78	+ 31.88 à	+ 26.10
a) Plaquettes de calcaire pisolithique et veines de marne grise	3 m. 68		
b) Marne jaune calcaire	1 m. 40		
c) Calcaire blanc	0 m. 70		
SÉNONIEN	2 m. 50		
Craie blanche tendre.			

Il ne subsiste aucun échantillon de ce forage déjà ancien, qui n'est signalé ici qu'à titre documentaire.

Chatou. — Sondage rue des Maisons, entre la rue Jean-Jaurès et le chemin de Flandre.

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

Cote du sol : + 52.70

Remblais et éboulis de pentes	5 m. 05	52.70 à	47.65
SPARNACIEN	26 m. 70	47.65	20.95
a) Fausses glaises	9 m. 45		
b) Sables d'Auteuil	3 m. 10		
c) Argile plastique	14 m. 15		
MONTIEN	4 m. 31	20.95	16.64
a) Calcaire jaunâtre sableux	0 m. 50		
b) Calcaire marneux blanchâtre	1 m. 05		
c) Marnes grises tendres	1 m. 00		
d) Marnes blanchâtres noduleuses, rognons calcaires	0 m. 50		
e) Calcaire grisâtre, pisolithique, à Foraminifères	1 m. 26		

La Craie n'a pas été atteinte.

Suresnes. — Un sondage exécuté sur le tracé de l'émissaire, à l'angle du boulevard de Versailles et de la rue de Montretout, a été conduit dans la craie. Il a rencontré le Montien, épais de 3 m. 70.

Cote du sol : + 81.87

Terre végétale et remblais	3 m. 50	81.87 à	78.37
Sables de Beauchamp	1 m. 50	87.37	66.87
LUTÉTIEN	23 m. 00	76.87	53.87
a) Marnes et Caillasses	9 m. 00		
b) Calcaire grossier	14 m. 00		
SPARNACIEN	23 m. 60	53.87	30.27
a) Fausses glaises	11 m. 00		
b) Sables d'Auteuil	2 m. 00		
c) Argile plastique	10 m. 60		
MONTIEN	3 m. 20	30.27	27.07
a) Calcaires, argiles, sables mélangés (ravinement)	0 m. 85		
b) Marnes jaunes argileuses et bancs de calcaire blanchâtre cristallin.	0 m. 80		
c) Calcaire jaunâtre dur, marnes blanches très compactes	0 m. 75		
d) Calcaire jaunâtre un peu marneux.	0 m. 20		
e) Calcaire grisâtre tendre et calcaire jaune compact très dur	0 m. 60		
SÉNONIEN	9 m. 05	27.07	18.02
a) Craie altérée	0 m. 50		
b) Craie blanche argileuse	2 m. 00		
c) Craie blanche à silex	6 m. 55		

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

Le Montien paraît être fortement raviné ici par le Sparnacien, dont la base est composée d'argiles jaunâtres renfermant de nombreux débris de craie remaniée arrachée à l'anticlinal voisin, reposant elles-mêmes sur un banc très mince (0 m. 35) de sables quartzeux purs, grisâtres et très fins.

Saint-Cloud. — Sondage sur le tracé de l'émissaire, à l'angle de la rue Dailly et du boulevard Jules Pelletier.

Cote du sol : + 61.54

Terre végétale	1 m. 00	64.54 à	60.54
Lutétien (Calcaire grossier)	5 m. 50	60.54	55.04
Sparnacien (Argile plastique)	6 m. 70	55.04	48.34
Montien	7 m. 30	48.34	41.04
a) Marne blanche	1 m. 60		
b) Marne jaune	0 m. 80		
c) Marne compacte et blocs calcaires.	2 m. 20		
d) Calcaire grisâtre dur, pisolithique.	2 m. 70		
Sénonien	1 m. 44	41.04	39.60

Craie blanche compacte.

Meudon. — Dans cette localité, où le calcaire pisolithique est classique (IX), on a exécuté un sondage dans le lotissement des Lacets, près de l'Office des Inventions. Les couches montiennes ont été traversées :

Cote du sol : + 59.50

Éboulis de pentes	4 m. 10	59.70 à	55.40
Sparnacien (Argile plastique)	3 m. 45	55.40	51.95
Montien	3 m. 20	51.95	48.75
a) Calcaire blanc-grisâtre très dur à Foraminifères	0 m. 45		
b) Marnes jaunes alternant avec des calcaires durs noduleux, pisolithiques, à Foraminifères	2 m. 75		
Maestrichtien	28 m. 25	48.75	20.00
a) Craie jaunâtre tendre altérée	0 m. 75		
b) Craie blanche compacte à silex et *Ananchytes*	57 m. 50		

*Paris XV*e. — Un sondage a été implanté sur le quai d'Issy, près de la Porte du Bas-Meudon. Le Montien, décapé, a été trouvé sous les alluvions.

Cote du sol : + 31.35

Remblais	4 m. 90	31.35 à	26.45
Alluvions modernes	6 m. 25	26.45	20.20

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

Alluvions anciennes	1 m. 65	20.20	18.55
Montien	4 m. 05	18.55	14.50
Calcaire gris, dur zoogène, pisolithique, et banc de marne jaune.			
Maestrichtien	1 m. 65	14.50	12.85
Craie jaunâtre altérée, endurcie *O. vesicularis*, Bryozoaires.			

Une campagne de sondages exécutée au Sud de Paris a atteint en quelques endroits le calcaire pisolithique et la Craie.

Issy-les-Moulineaux. — Sondage à l'angle de la route du Fort et de la rue de la Paix.

Sparnacien : Argile plastique panachée.
Montien (?) sur 0 m. 80 + 35.70 à + 34.90
Calcaire gris très dur, cristallin.
Sénonien : Craie blanc-jaunâtre tendre.

Dans les échantillons provenant de ce sondage, je n'ai rien trouvé qui puisse correspondre au calcaire pisolithique. Peut-être s'agit-il là d'un faciès du calcaire beige et rose à Foraminifères bien connu à Issy-les-Moulineaux, et que j'ai revu, pendant les travaux de la ligne XII du Métropolitain (1).

Vanves. — Sondage à l'angle de la rue de Paris et de l'Avenue Pasteur.

Sparnacien : Argile plastique grisâtre, très compacte, à nodules de craie remaniée.
Montien : 2 m. 30 + 26.55 à + 24.25
Calcaire blanc-jaunâtre très dur, pisolithique, zoogène, Foraminifères abondants.
Sénonien : Craie blanche à silex.

Bagneux. — Sondage de la route stratégique, à l'angle NE du Cimetière de Bagneux.

Cote du sol : + 82.75

Bartonien	18 m. 00	82.75 à	72.75
Lutétien	30 m. 49	72.75	42.35
Sparnacien (Argile plastique)	18 m. 90	42.35	23.45
Montien	1 m. 80	23.45	21.65
a) Calcaire gris dur compact fossilifère	0 m. 90		
b) Calcaire blanc-grisâtre assez dur, à Foraminifères, petites pisolithes, débris d'Échinides	0 m. 90		

La craie n'a pas été atteinte.

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

Mme Paul Lemoine, qui a bien voulu examiner en plaques minces les échantillons provenant de Vanves et de Bagneux, a reconnu la présence d'algues du groupe des Mélobésiées ; M. Marie a étudié les Foraminifères de ces divers gisements ; il y a trouvé une faune spéciale à affinités tertiaires, sans rapport avec les microfaunes du Crétacé du Bassin de Paris.

En dehors de ces sondages, dont j'ai pu étudier le carottage et prélever des échantillons, où l'existence du calcaire pisolithique est certaine, il existe un certain nombre de forages dont les coupes sont connues, ayant atteint la Craie. On observe, entre le Sparnacien et celle-ci, la présence de couches post-crétacées, dont certaines peuvent être rapportées au Montien. C'est ainsi qu'un forage exécuté en 1931 aux Usines Geo, au Kremlin-Bicêtre par notre collègue M. E. Lippmann a rencontré sous le Sparnacien dont la base est constituée par des argiles panachées avec craie remaniée, pyrites et silex, 4 m. de couches calcaires et marneuses :

Base du Sparnacien à + 13.70

Calcaire assez dur	2 m. 70
Argile avec trace de craie	0 m. 90
Calcaire dur	0 m. 40

Craie sénonienne à + 9.70

Ce forage présente un intérêt particulier, car à Arcueil, au Moulin de la Roche, une série de puits étudiés par G. F. Dollfus (5) a montré l'absence du Montien, le Sparnacien reposant directement sur la Craie à la cote + 25.00.

Plus à l'Est, à Ivry, Charenton, quelques coupes de forages mentionnent des couches marneuses et calcaires sous le Sparnacien ; mais il semble que le Montien, si toutefois ces couches peuvent lui être rapportées, ait perdu son caractère zoogène et sa structure pisolithique ; le forage du Parc Zoologique de Vincennes n'a rencontré, sur 3 m., que des marnes jaunes et des bancs irréguliers de calcaire blanc ou gris, parfois cristallins. A Champigny, il n'y a pas de Montien net ; ce sont des argiles verdâtres reposant sur la Craie à la cote 20.00, et supportant un complexe de marnes crayeuses avec nodules calcaires ; on retrouve la même disposition à Créteil.

Il en est de même dans la région de Versailles, ou le Post-Crétacé se présente sous forme de marnes vertes ou jaunes avec nodules calcaires [3]. On a retrouvé ce faciès dans le forage aux Sables Verts albiens du parc de Chèvreloup. A Saint-Cyr, le

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

Montien reprend son faciès pisolithique ; il est épais de 5 m. 50 et comprend une couche de marne blanche insérée entre deux bancs calcaires, dont l'un, celui de la base, est pisolithique.

A Maisons-Laffite, on a trouvé le calcaire pisolithique dans les deux grands forages aux Sables albiens. Dans le premier, terminé en 1909, il aurait eu 1 m. 87 d'épaisseur d'après E. Peroux [10]; suivant Dollfus [2], le calcaire jaune pisolithique atteignait 5 m. 17. Dans le second forage, terminé en 1935, dont j'ai pu examiner les échantillons, sa puissance est de 3 m. 85 ; il est situé entre — 33.50 et — 37.35.

Enfin un grand nombre de sondages, la plupart anciens, signalent l'existence du calcaire pisolithique à Paris, sous les 13e, 14e, 15e, 16e arrondissements. Dans le puits de la place Hébert (18e arrondt), on lui avait attribué une puissance de 12 m. 70 [8]; l'étude des échantillons conservés au Laboratoire de Géologie du Muséum ne permet pas de maintenir cette interprétation, car on a placé dans le Montien les argiles jaunâtres sparnaciennes qui sont subordonnées parfois aux argiles panachées, et qui recouvraient 70 cm. de marnes argileuses avec gros nodules de calcaire brun.

Le calcaire pisolithique ne semble pas être représenté dans la fosse de Saint-Denis, où de nombreux forages ont traversé le Nummulitique et n'ont rencontré entre la base du Sparnacien et la Craie qu'une série de marnes argileuses avec quelques débris calcaires. Dans cette région, le sommet de la Craie est altéré; la craie devient très argileuse et les silex abondants semblent être remaniés sur place.

Par contre, plus au Nord, le forage du puits artésien de l'Isle-Adam a rencontré le calcaire pisolithique sur 6 m. 50 d'épaisseur, entre les cotes 1.00 et 7.50. Le banc, extrêmement compact, renfermait des fossiles et reposait sur une craie très argileuse à nombreux silex.

Conclusions. — Les conditions d'observation si favorables du chantier de Rueil permettent d'observer nettement les relations du Maestrichtien et du Montien. La présence de la zone altérée du sommet de la Craie témoigne une émersion prolongée à la fin du Crétacé, l'existence de tubulures renfermant encore leur argile de dissolution atteste le rôle des actions superficielles.

Au Montien, l'arrivée des calcaires zoogènes se fait d'une manière paisible, sous des fonds peu importants ; l'extension de ces dépôts vers le Sud de Paris, par Vanves, Bagneux, et peut-être le Kremlin-Bicêtre et au delà, est démontrée par les récents

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

sondages. La série montienne d'Issy-les-Moulineaux, décapée dans la presqu'île de Boulogne-Billancourt, réapparaît vers la porte du Bas-Meudon, où les calcaires pisolithiques vont rejoindre, sur la rive droite de la Seine, le gisement des calcaires à *Lithothamnium* du Bois de Boulogne. Le Montien s'enfonce profondément vers le Nord, sous Montesson et Maisons-Laffitte, où la présence du calcaire pisolithique a été signalée.

Le caractère régressif de la mer montienne est mis en évidence par les forages situés sur l'axe de Meudon, au Sud de Paris, où ces dépôts ne sont pas représentés. Ont-ils été enlevés par l'érosion au début du Nummulitique ? Cela ne semble pas probable, car de part et d'autre de la vallée de la Seine, sur les flancs de l'anticlinal, le Montien n'est pas représenté avec son faciès pisolithique, mais sous forme de marnes et de calcaires cristallins attestant l'existence d'un tout autre régime.

La présence du calcaire pisolithique zoogène dans le forage de l'Isle-Adam est un jalon d'une grande importance entre les gisements montiens de la région parisienne et le lambeau isolé de Laversines. L'examen des coupes de sondages de la vallée de l'Oise donnerait certainement d'utiles indications à ce sujet.

BIBLIOGRAPHIE

1. R. Abrard et R. Soyer. — Note sur le Montien d'Issy-les-Moulineaux. *Bull. Mus. Nat. d'Hist. Nat.* (2), t. V, n° 5, p. 421.
2. G. F. Dollfus. — Révision de la feuille de Fontainebleau au 1/80.000e et de la feuille de Bourges au 1/320.000e. *Bull. Serv. Carte Géol. de la France*, n° 122, t. XIX (1908-1909), p. 10-11.
3. G.-F. Dollfus. — Feuille de Châteaudun au 1/80.000e. Feuille de Bourges au 1/320.000e. *Bull. Serv. Carte Géol. de France*, n° 132, t. XXI (1910-1911), mai 1912, p. 17-21.
4. G.-F. Dollfus et Paul Lemoine. — Excursion de la Société Géologique de France à Vigny et à Meulan. *B. S. G. F.* (4), t. XII, 1912, p. 149.
5. G.-F. Dollfus. — Feuille de Châteaudun au 1/80.000e. Feuille de Bourges au 1/320.000e, *Bull. Serv. Carte Géol. de la France*, n° 133, t. XXII (1911-1912), mai 1913, p. 11.
6. G.-F. Dollfus. Excursion de la Société Géologique de France à Saint-Cloud, Rueil et Nanterre. *C. R. som. S. G. F.*, n° 10, 22 mai 1916, p. 99-104.
7. E. Gerards. — Paris souterrain, 1 vol. 667 p., Paris 1908, Garnier Frères, p. 191.

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

8. Paul Lemoine et A. Pinard. — Sur le mode de contact de la craie et du calcaire pisolithique à Meulan-Gaillon (S.-et-O.). *CR. Ac. Sc.*, t. 175, p. 702, 23 octobre 1922.
9. Munier-Chalmas. — Note préliminaire sur les assises montiennes du Bassin de Paris. *B. S. G. F.*, (3), t. XXV, 1897, p. 82 à 91.
10. E. Peroux. — Sur le forage du puits artésien de Maisons-Laffitte. *CR. Ac. Sc.*, t. 150, 3 et 10 janvier 1910.

M. **R. Abrard** rappelle que la transgression du Calcaire de Vigny sur la Craie a été observée, avec preuves évidentes d'une longue émersion entre les deux dépôts (*C. R. somm. S. G. F.*, p. 84, 1929), et qu'à sa base ce calcaire renferme des blocs remaniés de craie à tubulures. Quant au brouillage sans stratification qui s'observe en un point sur le calcaire pisolithique, il représente, ainsi qu'il a été dit maintes fois, un éboulement très postérieur au dépôt du calcaire ; il renferme d'ailleurs des poches d'éléments étrangers et au Calcaire pisolithique et à la Craie.

La période campanienne est caractérisée par une avance de la province boréale vers le Sud, amenant *Belemnitella mucronata*, *Aucistrocrania ignabergensis*, les genres *Micraster* et *Ananchytes* en Aquitaine, et une disparition presque totale des Rudistes dans cette région. La présence en tant que faciès latéral, d'un récif équatorial à faune tertiaire au milieu de la zone boréale d'une période froide crétacée est une hypothèse qui se détruit d'elle-même. D'autre part, le dépôt de Vigny est essentiellement néritique tandis que la Craie environnante s'est déposée dans une mer relativement profonde.

M. **Pierre Marie** fait remarquer que conformément aux conclusions de la note qu'il a déposée (cf. ci-dessous, p. 289), ayant examiné les faunes renfermées dans un grand nombre de gisements de Pisolithique, y compris celui de Vigny, qu'il a constaté que cette formation est caractérisée par une faune spéciale, semblable à celui du Montien de Belgique et n'ayant aucun rapport avec les faunes crétacées, mais présentant au contraire de grandes affinités avec les faunes tertiaires du Bassin de Paris et en particulier avec le Lutétien.

M. **A. Bigot.** — Les relations du Calcaire pisolithique avec la Craie, exposées par M. Soyer et les membres qui ont pris part à la discussion, s'expliquent par les conditions paléogéographiques au début de l'époque montienne. Pendant la période continentale qui, dans le Bassin de Paris, correspond à la régression maestrichtienne et danienne, un large sillon a été creusé dans la Craie. Ce sillon a été remblayé par les dépôts marins du Montien. Ces dépôts sont accolés à des berges ou à une falaise de craie, telle que celle que M. Soyer a décrite à Rueil.

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

M. **Robert Laffitte** indique que l'un des arguments qui avaient fait considérer le calcaire de Vigny comme interstratifié dans la craie est la présence de bancs à faciès crayeux dans le Pisolithique. En réalité, il s'agit de couches contemporaines du calcaire pisolithique « mimant » la craie : formées près d'un rivage crayeux, elles tirent leur origine de l'érosion de couches crayeuses dont les éléments étaient amenés à nouveau dans la mer où les mêmes matériaux reproduisaient le même faciès.

Sur la généralité de ce phénomène de *mimétisme* pétrographique, M. Gignoux a déjà attiré l'attention[1] ; en Algérie il est banal dans le Miocène qui présente souvent un faciès analogue à celui des couches qu'il recouvre, dans l'Aurès, notamment, je l'ai vu successivement calcaire, marneux ou gréseux suivant qu'il voisinait les marno-calcaires du Crétacé supérieur ou les grès et quartzites du Crétacé inférieur ; même je l'ai vu localement se présenter sous forme de marnes bariolées au voisinage du Trias à faciès Keuper.

1. Gignoux. Traité, 2e édit., notes infrapaginales, n° 1, p. 477 et 589.

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

L'AGE ET LES CONDITIONS DE DÉPOT DU CALCAIRE PISOLITHIQUE

PAR **Paul Lemoine** [1].

L'importante communication de R. Soyer, montre que dans tous les gisements qu'il a nouvellement découverts, dans la région parisienne, le « Calcaire pisolithique », avec ses divers faciès est nettement superposé à la craie à *Belemnitella mucronata* (Maestrichtien), et cette démonstration, venant après beaucoup d'autres, était nécessaire.

En réalité, si la discussion sur l'âge du Montien s'est rouverte, c'est d'abord parce que certains auteurs [2], interprétant mal à distance les faits publiés, ont imprimé que, dans le bassin de Paris, la craie était superposée au Calcaire pisolithique ; c'est aussi parce que l'un de nos plus distingués confrères, ayant récemment visité de nouveau les deux gisements de Vigny et de Montainville, a repris, oralement et dans l'intimité, la théorie de l'origine récifale du calcaire pisolithique et sa contemporanéité avec la craie, théorie que j'avais émise en 1912, mais que j'ai abandonnée depuis longtemps.

Il est certain que les observations faites jadis à Vigny laissaient flotter un certain doute sur les conditions de gisement du Calcaire pisolithique. L'état d'avancement actuel des travaux d'exploitation de la carrière permet d'observer les mêmes faits... et de les interpréter.

On voit actuellement sur une grande longueur, le contact de la craie et du calcaire pisolithique ; il se fait brusquement le long d'une falaise abrupte, qui, en certains points, surplombe le calcaire pisolithique.

Ainsi, la craie *paraît* superposée au calcaire pisolithique ; mais ce n'est qu'une apparence, analogue à ce qui s'observe le long des falaises de craie de Normandie, à Dieppe, à Étretat, etc., où l'on voit des dépôts actuels se former dans des anfractuosités et même dans de véritables cavernes de la craie.

1. Note présentée à la séance du 21 juin 1937.

2. H. BESAIRIE. Recherches géologiques à Madagascar, Toulouse, 1930, p. 226. F. DAGUIN. A propos de la signification stratigraphique de *Nautilus danicus* SCHLOT. *Procès-verbaux d la Soc. Lin. de Bordeaux*, séance du 26 juin 1932, page 4.

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

Mais le contact des deux formations est toujours brusque ; en dehors du remplissage de ces anfractuosités, on ne voit nulle part de passage latéral.

Les couches de calcaire pisolithique qui se trouvent au contact de la falaise de la craie sont essentiellement constituées par des débris d'algues calcaires, c'est un véritable maërl fossile ; en arrière, se trouve un récif phytogène formé d'algues calcaires, ayant vécu en place ; un peu plus loin, on observe, le long de la voie du chemin de fer, le récif zoogène avec Polypiers.

Une disposition analogue existe à Montainville où l'abbé A. de Lapparent nous a montré que le calcaire pisolithique était entouré par la craie, elle-même surmontée de Sparnacien fort réduit et de Lutétien.

Partout où l'on observe le Calcaire pisolithique, il se trouve donc dans des vallées creusées dans la craie, pendant la longue période d'émersion qui correspond au dépôt de près de 2.000 mètres de couches en Amérique du Nord.

Ces vallées ont été envahies par la mer qui a déposé le calcaire pisolithique [1].

On pouvait être frappé du fait que ces gisements sont toujours approximativement au niveau des vallées actuelles ; l'étude des nouveaux points que R. Soyer vient de faire connaître montre qu'il n'en est rien, et l'altitude du calcaire pisolithique de l'Isle-Adam, est particulièrement instructive à ce sujet.

Si les documents stratigraphiques sont nettement en faveur de l'âge postmaestrichtien du « Calcaire pisolithique », les documents paléontologiques ne sont pas moins probants.

La faune de Mollusques, bien qu'elle n'ait jamais été figurée, n'a rien de commun avec les faunes crétacées ; elle est particulièrement voisine, non pas de celle du Thanétien, mais de celle du Lutétien. Mais les Mollusques sont des animaux de faciès et ne peuvent pas être utilisés dans un cas litigieux comme celui-là (exception faite pour *Nautilus danicus*).

Les Foraminifères doivent être beaucoup plus instructifs et M. Marie, ayant étudié à la fois ceux du calcaire pisolithique et ceux de la craie du contact, montre qu'ils sont totalement différents ; ceux du calcaire pisolithique constituent une faune spéciale, à affinités tertiaires.

Les *Algues calcaires* [2] ne sont pas connues dans la craie du

1. D'autres vallées analogues, situées plus au Sud, ont été comblées d'une façon analogue par les argiles sparnaciennes.

2. Tous les gisements connus ont été étudiés, sauf ceux de Flins (S.-et-O.) et du Bois d'Esmans, près Montereau (S.-et-M.), qui, on le sait, n'ont pas été retrouvés depuis une centaine d'années.

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

Bassin de Paris ni dans le Nummulitique ; nombreuses dans le calcaire pisolithique, elles sont spéciales, et ont surtout des affinités tertiaires.

Ainsi, le « calcaire pisolithique » se présente comme une formation marine se rattachant au Tertiaire et déposé dans des vallées préexistantes creusées dans la craie au cours d'une période antérieure. Ce n'est pas dans le Bassin de Paris qu'on pourra savoir s'il existe deux étages, Danien et Montien. Il paraît plus prudent pour l'instant d'envisager un seul étage : Danien-Montien.

Il faut remarquer que de nombreux sondages de la région parisienne ont apporté des résultats difficiles à interpréter.

Quelques-uns ont montré la superposition nette du Sparnacien (ou, dans le Nord du Bassin, du Thanétien) à la craie typique. Dans beaucoup, les sondeurs indiquent au-dessus de la craie quelques mètres de calcaire, parfois avec intercalations de sable, qu'ils n'ont pas cru devoir rapporter à la craie et qu'ils dénomment parfois Montien.

Sauf pour les deux forages effectués par le Muséum (Versailles ; Zoo du Bois de Vincennes), on ne possède aucun échantillon de ces calcaires litigieux. J'estime cependant qu'on doit les noter spécialement, car maintenant que les sondages sont suivis géologiquement, d'une façon officielle, ou officieuse, il arrivera certainement un jour, où, comme dans les forages que vient de faire connaître M. Soyer, l'étude des échantillons rencontrés permettra d'interpréter les résultats des sondages anciens, voisins d'eux.

Dès à présent, le Danien-Montien cesse d'apparaître comme une formation sporadique, d'ailleurs, un peu énigmatique. Il semble de plus en plus se rattacher aux étages tertiaires.

Ainsi que le montrent les communications de MM. Soyer, P. Marie, M^me^ Paul Lemoine, on peut, et on doit l'étudier par les méthodes ordinaires de la géologie.

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

Les Algues calcaires du Calcaire pisolithique, leurs enseignements stratigraphiques

par Mme Paul Lemoine [1].

Un certain nombre de gisements attribués au Danien ou au Montien, contiennent des algues calcaires de la famille des Corallinacées. J'ai eu l'occasion d'étudier des préparations de roches de tous les gisements du Bassin de Paris [2], sur des échantillons recueillis lors d'excursions ou conservés dans les collections de Géologie du Muséum et de la Faculté des Sciences de Paris : Bois de Boulogne, Meudon, Meulan, Vigny, Montainville, Ambleville ; l'existence d'un échantillon de maërl fossile à Laversine, prouve l'existence d'algues dans ce gisement d'où je n'ai pas observé de restes déterminables.

Dans le Bassin de Paris, le seul gisement qui n'ait pas encore montré de Corallinacées est celui du Mont-Aimé. De nouveaux gisements viennent d'être découverts par les sondages de Vanves et de Bagneux : les plaques minces des carottes de sondages contiennent également des fragments de ces algues.

Au total, tous ces gisements ont montré l'existence de cinq espèces.

Archaeolithothamnium parisiense (Gümb.) Lem.
Lithothamnium montainvillense Lem.
Lithothamnium applanatum Lem.
Mesophyllum vignyense Lem.
Lithophyllum pisolithicum Lem.

J'ai pu comparer les cinq espèces du Bassin parisien à celles de quatre régions : le Bassin de Vienne, plus riche (13 espèces) [3], les Basses-Pyrénées : Gan et Arros (9 espèces), les sédiments superposés aux couches de Gosau dans les Alpes (11

1. Note présentée à la séance du 21 juin 1937.

2. Lemoine Mme P. Contribution à l'étude des Corallinacées fossiles.
VI. Les Mélobésiées du calcaire pisolithique du Bassin de Paris. *B. S. G. Fr.*, (4), XXIII, 1923, p. 62-69, 8 fig. texte, pl. VI.
IX. Sur l'existence d'un récif à algues dans le calcaire pisolithique de Vigny (S.-et-O.), *B. S. G. Fr.*, (4), XXVI, 1926, p. 213-216, 1 fig. texte, pl. XIII, paru 1927.

3. Lemoine Mme P. Algues in Othmar Kühn. Das Danien der ausseren Klippenzone bei Wien. *Géol. u Paleont. Abh.* Neue Folge, Bd. XVII, heft. 5, p. 42-49, 13 fig. Iena, 1930.

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

espèces) ; Marsoulas, dans les Petites Pyrénées de la Haute-Garonne (8 espèces).

Tous ces gisements contenant des algues sont littoraux, formés à moins de 80 m. de profondeur ; dans ceux d'Arros et des Alpes, la présence de Corallines (*Jania*), indique que le dépôt s'est effectué non loin de la zone intercotidale.

Les quatre genres de Mélobésiées du Bassin de Paris ont vécu dans les autres régions ; certaines espèces sont communes à deux ou trois et même l'une d'elles (*L. applanatum*) aux quatre régions. En ce qui concerne le Bassin Parisien, deux espèces sont communes avec les Basses-Pyrénées, deux avec le Bassin de Vienne, deux avec les Alpes.

L'existence d'espèces communes aux diverses régions indique que leur âge n'est pas très éloigné ; mais les conditions locales étaient certainement différentes ; le Bassin de Vienne, dont un petit nombre de préparations, provenant seulement de deux gisements, contenaient 13 espèces, avait une flore beaucoup plus riche et plus variée que celle du Bassin Parisien. Celle-ci, plus pauvre en espèces, a offert des conditions favorables au développement d'une espèce ramifiée (*Lithophyllum pisolithicum*), qui a constitué, à elle seule, un récif phytogène comparable en importance au récif à Polypier voisin.

La comparaison des espèces daniennes ou montiennes avec celles du Tertiaire de différentes régions : Carpathes, Alpes, Italie, Espagne, Algérie, etc... n'a pas montré d'espèces communes.

Les algues maestrichtiennes, d'autre part, me sont connues par les gisements de la Montagne Saint-Pierre, près Maestricht (4 espèces), du conglomérat de base du Tuffeau de Ciply (Hainaut) (4 espèces), de Catalogne (5 espèces) ; les espèces de Catalogne n'ont pas d'analogies avec celles de Hollande et de Belgique. Aucune des espèces maestrichtiennes ne rappelle les espèces du calcaire pisolithique.

En résumé, les Corallinacées daniennes ou montiennes n'ont montré d'espèces communes ni avec les espèces crétacées et, en particulier, maestrichtiennes, ni avec les espèces tertiaires. La florule danienne est donc nettement spéciale, mais sa composition indique des affinités tertiaires par la présence des Corallines (*Jania*) et du genre *Lithothamnium*, rares au Crétacé et probablement inconnus au Maestrichtien et la raréfaction du genre *Archaeolithothamnium* très abondant au Crétacé.

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

Sur la Faune de Foraminifères du calcaire pisolithique du Bassin de Paris

par **Pierre Marie**[1].

Le gisement de calcaire pisolithique de Vigny, qui se trouve enclavé dans la craie blanche à Bélemnitelle est-il, comme d'aucuns le pensent, de même âge que celle-ci, ou d'une tout autre époque ?

La solution de ce problème, qui n'a pu être obtenue d'une façon certaine par l'étude des macrofossiles renfermés dans ce dépôt, semble cependant possible par celle des faunes de Foraminifères contenues dans ces formations. A cet effet, divers échantillons récoltés dans la craie avoisinant le gisement de Vigny et dans un certain nombre d'affleurements de calcaire pisolithique ont été examinés. Ceux-ci proviennent :

Éch. A = Vigny (S.-et-O.). Carrière de Craie blanche à 200 m. NW de la carrière de Pisolithique (base) ; récolté par MM. P. Lemoine, Abbé de Lapparent, R. Laffitte, le 6 juin 1937.

— B = Vigny (S.-et-O.). Carrière de Pisolithique. — Craie pulvérulente supérieure au calcaire pisolithique. 4 km. Ouest de Vigny ; réc. MM. P. Lemoine, de Lapparent, R. Laffitte.

— C = Théméricourt (S.-et-O.). Craie blanche ; réc. MM. P. Lemoine, de Lapparent, R. Laffitte.

— D = Longuesse (S.-et-O.). 2 km. Est de Vigny ; craie blanche (collection Lab. géol. Muséum).

— E = Bagneux (Seine), sondage ; calcaire pisolithique à + 22 m. 50 ; réc. M. Soyer.

— F = Issy-les-Moulineaux (Seine). Réc. par M. Morellet.

— G = Bois de Boulogne (Seine). Récolté M. P. Lemoine.

— H = Saint-Cloud ; sondage de 8 m. à 10 m. 75 ; réc. M. Soyer.

— I = Rueil-Sèvres-Achères (collecteur). Couche inférieure ; récolte M. Soyer.

1. Note présentée à la séance du 21 juin 1937.

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

Éch. J = Rueil-Sèvres-Achères (collecteur). Couche supérieure ; récolte M. Soyer.
— K = Rueil (S.-et-O.). Sondage de + 20,48 m. à + 19,33 m. ; réc. M. Soyer.
— L = Meudon (S.). Réc. M. Morellet.
— M = Vigny (S.-et-O.). Tranchée du tramway au km. 9,6 ; couche pulvérulente ; réc. M. P. Lemoine.
— N = Meulan (S.-et-O.). Réc. M. Morellet.
— O = Montainville (S.-et-O.). Réc. MM. P. Lemoine, A. de Lapparent, R. Laffitte.
— P = Bellevue (S.). Affleurement du funiculaire ; réc. M. P. Lemoine.
— Q = Laversines (Oise) (Coll. Lab. Géol. Museum).
— R = Mont-Aimé-Vertus (Marne) (Coll. Lab. Géol. Museum).
— S = Ambleville (S.-et-O.) (Coll. Lab. Geol. Museum).
— T = Vanves (S.). Sondage à + 25 m. ; réc. M. Soyer.
— Z = Mons (Belgique). Sond. Coppée à Obourg. Calcaire tuffacé supérieur à la craie de Ciply ; communiqué par M. Chavan.

Ces divers gisements m'ont fourni les espèces suivantes :

Lituolidae.

Lituola nautiloidea LAM.*[1]..... ABCD
L. difformis LAM.*..... ABCD

Textulariidae.

Textularia sp..... .... FG . IJKLMN . P... T.
T. trochus D'ORB.*..... A. C.

Verneuilinidae.

Gaudryina sp..... ..... IJK
G. pupoides D'ORB.* ..... A. CD
Hererostomella cf. *minuta* (MARSS.)*..... ABCD

Valvulinidae.

Valvulina aff. *triangularis* D'ORB.[2] .... EFGHIJKL . NOP. . STZ
V. aff. *triangularis* D'ORB. var..... .... E ..HIJKL . .OP .... Z

1. La référence des espèces marquées d'un astérisque est celle qui est indiquée dans P. MARIE. — Deux niveaux distingués à l'aide des Foraminifères dans le Maestrichtien du Bassin de Paris. *B.S.G.F.*, sér. 5, t. VII, 1937, p. 257-270.
2. CUSHMAN. Key, pl. VIII, fig. 1.

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

Valvulammina globulosa (D'ORB.) [1]	.....	F. HIJKL. NO. Q
Arenobulimina obliqua (D'ORB.)*	ABCD	
A. d'Orbignyi (RSS) *	ABC.	
A. globosa (V. HAG.) *	ABC.	
A. variabilis (D'ORB.)*	ABC.	
Hagenowella inflatum (BEISS)*	ABCD	
Pernerina crassa (D'ORB.)*	ABCD	
Ataxophragmium variabilis (D'ORB.) *	ABCD	

Placopsilinidae.

Haddonia sp.		M..P
Polyphragma sp.		M

Lagenidae.

Lenticulina Marcki RSS.*	ABC	
Vaginulina Gaudryana (D'ORB.)*	ABC	
Flabellina radiata (D'ORB.)*	ABC.	
Frondicularia sp.	A. .	
Fr. bicornis RSS.*	... D	
Fr. solea V. HAG.*	..C	
Fr. Verneuilina D'ORB.*	... D	
Flabellinella cf. *Watersii* (CUSH.)*	A. C	
Nodosaria intercostata RSS.*	ABC.	

Polymorphinidae.

Polymorphina sp.	....	H.JKLMN.P..S. Z
Pyrulina acuminata D'ORB.*	ABC	
Globulina sp.	..... F	...J.L.N.P .... Z
Ramulina aculeata (WRIGHT)*	ABCD	

Heterohelicidae.

Spiroplectoides articulata (RSS)*	.B..
Gümbelina globulosa (EHRB.)*	ABCD
Bolivinoides decorata (JONES)*	ABCD
Bolivinita Eleyi CUSH.*	ABCD
Eouvigerina sp.	ABCD

Buliminidae.

Buliminella obtusa (D'ORB.)*	ABCD
Bolivina Reussi (GEINITZ)*	ABC.
Reussella tricarinata (D'ORB.)*	ABCD

1. CUSHMAN. *Ibid.*, pl. VIII, fig. 17.

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

Rotaliidae.

Discorbis sp.	. . . . . F. HIJKL . N. P . . . . Z
Discorbis Lorneiana (D'ORB.)* .	ABCD
Gyroidina esculpta (RSS)*	ABCD
G. umbilicata (D'ORB.)*	ABCD
Rotalia sp.	. . . . . FGHIJ. L. . OP . . . T.
R. aff. *trochidiformis* LAM. sp. 1 [1]	. . . . EFGHIJKLMNOP. RSTZ
R. aff. *trochidiformis* LAM. sp. 2.	. . . . EFGHIJKLMNOPQ. STZ
R. aff. *trochidiformis* LAM. sp. 3.	. . . . . F. HIJKLMNOPQ. S. Z

Globigerinidae.

Globigerina cretacea D'ORB.*. . .	ABCD

Globorotaliidae.

Globorotalia Micheliniana (D'ORB.)*	ABCD
Rosalina Linnei (D'ORB.)*	ABCD

Anomalinidae.

Cibicides Voltziana (D'ORB.)* . .	ABCD
Anomalia aff. *grosserugosa* GUMBEL [2]	. . . . . H. . . LMN. P. . . TZ

Miliolidae.

Quinqueloculina sp.	. . . . . HI.K. . N
Triloculina sp.	. . . . F. HI . .L . N . . Q
Spiroloculina sp.	. . . . . I . . . . . S . .

En plus des espèces ci-dessus, les prélèvements A B C D renferment encore :

Textularia turris D'ORB.*, *Gaudryina rugosa* D'ORB.*, *Arenobulimina puschi* (RSS.)*, *Eggerella brevis* (D'ORB.*), *Hagenowella subsphaerica* (RSS)*, *H. trilobata* (FRANKE)*, *Orbignyna ovata* (V. HAG.)*, *Lenticulina Comptoni* SOW.*, *L. rotulata* LAM.*, *Flabellina rugosa* D'ORB.*, *Marginulina trilobata* D'ORB.*, *Nodosaria raphanistrum* LIN*. *Svenia laevigata* (NILSS.)*, *Discorbis Clementiana* (D'ORB.), *Pulvinulinella Cordieriana* (D'ORB.)*, *Pullenia quinqueloba* (RSS.)*.

Les espèces sont donc réparties entre deux faunes bien tranchées se rapportant l'une à la craie et l'autre au calcaire pisolithique.

1. CUSHMAN. *Ibid.*, pl. XXX, fig. 9-10.
2. CUSHMAN. *Ibid.*, pl. XXXVI, fig. 2.

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

Faune de la craie. — Les espèces rencontrées dans les échantillons A B C D représentent un total atteignant la cinquantaine et forment une association tout à fait identique à celle reconnue précédemment à Meudon et à Montereau, comme caractéristique de la craie à *Belemnitella mucronata* d'âge *Maestrichtien inférieur*[1]. La présence dans cette faune de *Flabellina radiata* (d'Orb.) et de *Bolivina Reussi* (Geinitz) confirme cette attribution.

Par suite de l'absence presque totale des Bryozoaires, de la rareté des Brachiopodes qui sont très petits, et de la présence de Foraminifères planctoniques comme *Globigerina cretacea* d'Orb., *Rosalina Linnei* d'Orb., *Globorotalia Micheliniana* (d'Orb.), on peut en conclure que cette faune s'est formée sur la plateforme continentale, à une assez grande distance des rivages et sous une épaisseur d'eau voisine de 100 m. De plus, l'abondance dans cette faune des Foraminifères trochoïdes à test mince, comme *Discorbis* et *Cibicides* qui, de nos jours, abondent encore dans les mers boréales ou tout au plus tempérées, permet de supposer que des conditions semblables présidaient au dépôt de la craie dans le Bassin de Paris.

Les échantillons des gisements A B C D appartiennent tous au Maestrichtien inférieur, ceux provenant de A C D ont été récoltés dans de la craie uniformément blanche et massive, présentant tous les caractères d'une formation en place, mais la craie de B est jaunie par oxydation et sans cohésion ; cette apparence rappelle celle que l'on peut observer dans le cas d'éboulement, plutôt que dans une remise en place secondaire par la mer du Pisolithique, qui aurait alors durci la craie, comme on peut le constater dans les horizons inférieurs, ou qui en aurait détruit la microfaune par dissolution.

Faune du Pisolithique. — L'examen de nombreux échantillons de calcaire pisolithique montre, principalement à Vigny, qu'il y a incompatibilité totale entre le faciès récifal à Algues et le faciès finement grenu à Foraminifères. Le premier n'en renferme aucun, tandis que le second n'est formé que par ces petits organismes, qui pullulent littéralement. Ce dernier faciès, qui débute à Vigny, par les horizons pulvérulents inférieurs situés au niveau de la route, envahit progressivement tout le Pisolithique à quelques centaines de mètres au Sud-Est.

L'association de Foraminifères, rencontrée tant à Vigny, dans les horizons inférieurs au calcaire à *lithothamnium*, que dans les

1. P. Marie. Deux niveaux distingués à l'aide des Foraminifères dans le Maestrichtien du Bassin de Paris. *B. S. G. F.*, sér. 5, t. VII, 1937, p. 257.

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

divers gisements à Pisolithique de la région parisienne, est très comparable à celle du *Montien* fossilifère du Puits Coppée. Cette faune, qui est à l'inverse de celle de la craie, assez pauvre en espèces, puisqu'elle n'en renferme guère qu'une quinzaine est, par contre, riche en individus, mais ne présente aucune espèce commune avec les faunes Crétacées du Bassin de Paris.

Des familles et espèces nouvelles s'y rencontrent :

les *Miliolidae*, inexistantes, ou du moins très rares dans la craie, sont représentées ici par : *Quinqueloculina* sp. *Triloculina* sp. et *Spiroloculina* sp.,

les *Valvulinidae*, très abondants, montrent de grandes affinités avec deux espèces lutétiennes du Bassin de Paris : *Valvulina triangularis* d'Orb. et *Valvulammina globulosa* (d'Orb.),

les *Rotaliidae* avec *Rotalia* aff. *trochidiformis* Lam. *sp. 1*, *sp. 2*, *sp. 3* sont comme les *Valvulinidae* comparables au type lutétien récolté à Grignon (S.-et-O.) par Lamarck.

Conditions biogéographiques *déduites de la composition de la microfaune* :

A Vigny, la présence de Foraminifères arenacés (*Haddonia* et *Polyphagma*), indique un dépôt littoral de très faible profondeur ; par contre, les faciès à petits Foraminifères (*Valvulinidae*, *Rotaliidae*, *Miliolidae*), comme ceux de Meudon, Montainville, etc... sont encore littoraux, mais se sont déposés dans des eaux toujours très calcaires, plus limpides et un peu plus profondes, mais ne dépassant guère plus de 10 m.

Des conditions très semblables, donnant naissance à des faunes de Foraminifères riches en *Rotaliidae* à test épais, comme celles du Pisolithique, peuvent encore se rencontrer de nos jours, dans le voisinage immédiat des récifs tropicaux du Pacifique.

Conclusion. — Nous voyons donc que dans le Bassin de Paris, le *calcaire pisolithique, plus récent que la craie, est caractérisé par une faune de Foraminifères d'origine tropicale, n'ayant aucun rapport avec celle du Maestrichtien, mais présentant cependant de grandes affinités avec les faunes tertiaires*, et, en particulier, avec celles du Lutétien.

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

Contribution a l'étude géologique du Cameroun Sud-Oriental et des territoires limitrophes du Moyen-Congo

par **René van Aubel** [1].

La région faisant l'objet de cette étude est inscrite dans un polygone, dont les postes de Yokadouma et Moloundou (Cameroun), Souanke, Sembe, Nola et Sosso (Moyen-Congo) occupent les sommets.

Elle est couverte en majeure partie, par une forêt dense. Les affleurements, rares, souvent mal dégagés et formés de roches parfois latéritisées, sont malaisés à découvrir. Les cours d'eau, en général, ne permettent l'étude que de coupes fort discontinues. Aussi, en de nombreux points, l'examen des bed-rocks de nos puits de prospection, et des galets englobés dans les graviers qui en furent extraits, donne-t-il seul des indications sur la nature géologique du substratum et l'extension des formations rencontrées.

Nous nous faisons un agréable devoir de remercier, ici, M. Hausser, Président de la Compagnie Minière de l'Oubanghi oriental, qui voulut bien autoriser la publication de cette note.

I. ÉCHELLE STRATIGRAPHIQUE.

Ayant à peine effleuré, au SW de Yokadouma, la zone cristallophyllienne des terrains archéens, notre étude se borne aux couches de la série dite « métamorphique ». Plus récente, de caractère *quartzito-schisteux*, celle-ci se rattache au système de Muva-Ankole (I,-IV), et occupe, à l'exclusion de tout autre, la région prospectée au Cameroun. De fait, à l'Est de la Basse-Boumba et de la Basse-Bangue, les seules roches cristallophylliennes affleurantes appartienneut aux massifs granito-gneissiques de Bayanga, de la Biemo-Diebo et de la Basse-Kadei, tous trois situés au Moyen-Congo.

1. Note présentée à la séance du 19 avril 1937.

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

Dans cette série quartzito-schisteuse, nous distinguons de haut en bas :

1. Étage schisteux supérieur.

Assise de faciès peu constant : schistes argileux, aux intercalations sableuses : schistes rouges et lie de vin, entremêlés de faibles épaisseurs de grès et de quartzites friables.

2. Étage gréso-quartzitique médian.

C) Assise de faciès constant, formée de grès et quartzites de teinte blanche ou jaunâtre (grès-quartzites).

B) Série de la Lone et de la Lege (Cameroun), formée de quartzites ferrugineux rubannés. Petites intercalations schisteuses.

A) Assise de quartzites micacés et de grès psammitiques stratoïdes, alternant avec des grès à stratification entrecroisée. Quelques intercalations de schistes jaunâtres. Oligiste fréquente.

3. Étage schisteux inférieur.

C) Assise de schistes métamorphiques jaunes, verdâtres ou rosés, micacés, non rubannés. Cette assise peut manquer.

B) Assise de schistes jaunes, vert-grisâtre, rubannés, phylladeux ou micaschisteux ; phyllades et quartzophyllades rubannés. Petits lits intercalaires de quartzites blanchâtres. Pyrite fréquente.

A) Assise composée de schistes amphiboliques, quartzo-micaschistes, de tons verdâtres ; micaschistes.

Les termes 2D à 3B forment la « série de Sosso » de F. Blondel.

La série métamorphique est surmontée, en discordance, par le système gréseux du Loubilash.

Nos tracés et conceptions s'écartent sensiblement de ceux de la carte géologique n° 2, publiée en 1935 par le Service des Mines du Cameroun. En revanche, tout en les développant, ils concordent assez bien avec les conclusions de V. Babet (II), J. Lombard (III) et G. Borgniez (V).

II. LES FORMATIONS SÉDIMENTAIRES.

Loubilash.

Nous dirons peu de choses des couches loubilashiennes, M. Babet les ayant minutieusement étudiées en A.E.F. (II).

Dans la zone qui nous occupe, ces couches se présentent :

1. ***Au Cameroun***, en bordure de la frontière méridionale, le long de la route Souanke-Lomié. Ce sont des grès jaunes et brunâtres, appartenant aux assises supérieures du système du

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

Loubilash. La carte géologique n° 2 du Cameroun n'en fait pas mention.

2. *En A.E.F.*, les couches supérieures du Loubilash s'observent, à l'état de vestiges déchiquetés, sur les collines bordières de la Basse-Kadei (rive gauche), entre le village de Ngokou et le poste de Nola, à la limite sptentrionale et orientale du massif granito-gneissique. Ce sont des grès bruns ferrugineux, des grès noirâtres grossiers, des grès conglomératiques rougeâtres ou brun noirâtre.

Les grès conglomératiques sont entrecoupés de barres argilo-siliceuses. Leurs galets, non calibrés, sont exclusivement composés de quartz roulé, de toutes teintes et de tous types, noyés dans une masse gréseuse aux petits grains bien individualisés. Aucune roche du substratum (roche éruptive, gneiss, schistes) ne figure parmi ces galets. Entre les rivières Wawa et Bone, se rencontre au milieu de grès rouges, grossiers et kaolineux, un calcschiste gris souris que l'acide chlorhydrique attaque avec effervescence. De petits galets ovoïdes, non calibrés, et des galets plus gros (quartz, gneiss, phyllades bleutés) se voient dans la masse de ce calcschiste.

A la limite des zones granitiques et loubilashiennes, la pénurie d'affleurements rend leur démarcation malaisée. Le caractère des sables superficiels permet, heureusement, de résoudre le problème. Roulés entre les paumes, les grains de sable loubilashien s'avèrent bien roulés, formés de grains irréguliers de forme et de grosseur. En revanche, les grains des arènes granitiques sont anguleux, composés de quartz hyalin (la pyramide à six faces est plus ou moins émoussée) ou de quartz filonien, laiteux ou vitreux. Il s'y mêle des débris crayeux de feldspath. En surface, le lessivage par les eaux courantes ne laisse subsister qu'en quelques points le ciment kaolineux, à peine micacé, de ces sables. Dans les puits de prospection, ces dépôts se montrent imprégnés de silice, d'argile ou d'argilolithe. Pour écarter toute erreur d'interprétation, notons que ce sable cimenté ne présente, au contact granitique, aucun des caractères d'un sédiment transgressif.

Ici, comme au Congo Belge, le Loubilash repose sur le substratum métamorphique ou le granite, par l'un quelconque de ses termes et sans l'intercalation obligée du conglomérat de base.

Au Moyen-Congo, à la bordure septentrionale et orientale du massif granitique de Souanke, se rencontrent également des grès tendres ou tenaces, blancs, jaunes, jaune verdâtre, qui ne figurent pas sur les cartes antérieures (VI).

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

SÉRIE QUARTZITO-SCHISTEUSE.

A) Étage schisteux supérieur.

Les roches appartenant à ces assises sont à peine plus métamorphiques que les argillites de la série du Loualaba (Congo Belge). Leur inclinaison dépasse rarement 20°. Elles se distinguent par une cassure conchoïdale caractéristique et se débitent aisément en plaquettes.

Ce sont des schistes argileux, aux intercalations sableuses, de tons rosés, jaunâtres, jaune verdâtre, bruns, rougeâtres, lie de vin, gris ou bleu noirâtre. Les strates noirâtres ne sont pas charbonneuses. Les bancs sont parfois zonaires et les roches, qui les composent, plutôt tendres. De petits bancs de grès, friables et blanchâtres, s'y intercalent. Bien que nous ne les ayons pas observées en place, cette série contient probablement des strates calcareuses : de fait, les eaux de certains ruisselets sont dures (notamment celles de la Mompa).

Au Cameroun, ces roches se présentent en bandes fusiformes de peu d'étendue latérale, le long de la Basse-Boumba (D = N 45° W) ; elles sont allongées dans la direction du plissement. On les rencontre aussi au N-E du village de Mickel (route Yokadouma-Moloundou), le long des affluents de droite de la Lokomo et des tributaires de gauche de la Basse-Bangue (D = N 45° à 70° E).

Au Moyen-Congo, elles forment un anticlinal surbaissé et largement faillé (D = N 45° W), en bordure de la rivière Alombe, au S-W de Nola. Elles affleurent également entre Sembe et l'ancien poste de Fort-Souflay (D = N 70° W à E-W).

Bien que ces roches soient très faiblement inclinées et métamorphisées, leur composition écarte toute assimilation aux formations plus récentes de Fouroumbala (VIII).

B) Étage gréso-quartzitique médian.

Série très monotone. Elle couvre des étendues appréciables tant au Cameroun qu'au Moyen-Congo, rappelle les grès-quartzites du système de Nzilo, bien connus au Congo Belge, et nous semble bien être leur équivalent stratigraphique.

On passe de l'assise 2A aux assises 1C, sans discordance apparente.

Nous dirons quelques mots des quartzites ferrugineux rubannés de la Lone et de la Lenge (Cameroun), cet étage paraissant

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

peu développé à l'E de la frontière camerounienne. Ce sont des quartzites de structure massive, ou cloisonnés. Aux affleurements, ils apparaissent en blocs oblongs. Parce qu'impurs et ferrugineux, ils présentent un faciès polymorphe et, chose peu courante pour les sédiments de ce type, se latéritisent en surface. Des intercalations schisteuses se rencontrent dans ces bancs de quartzistes : schistes micacés verdâtres ou gris vert, jaunes ou rougeâtres. Les quartzites sont fréquemment zonaires, des bandes jaunâtres alternant avec des limets ou des fuseaux du type lydienne ou d'opale impure, de tons gris foncé ou noirâtres, plus ou moins chargés d'oligiste. La roche ne se débite qu'exceptionnellement en plaquettes, suivant les plans de stratification.

Ces roches semblent avoir subi un enrichissement superficiel en fer, par les eaux météoriques, à la manière des roches hindoues décrites par J.A. Dunn : la silice progressivement lessivée, en certains points, a laissé un résidu pulvérulent d'hématite — blue dust.

Le faciès rubanné et zonaire de ces roches n'autorise pas à les rattacher aux itabirites. L'absence de mica, de feldspath et de grenat, et un métamorphisme mitigé, distinguent ces quartzites des leptynites *cristallophylliennes*.

Localement apparaissent des types bréchés ou feuilletés, et même un faciès conglomératique nettement intraformationnel. Certaines brèches résultent d'actions dislocantes contemporaines du plissement ; on voit des fragments, irréguliers et anguleux, d'un quartzite noirâtre et microgrenu, enrobés dans une pâte gréseuse formée de menus grains blanchâtres et roulés (l'aspect d'un pain d'amande). Mais, plus souvent encore, cette structure bréchoïde est originelle, et due à des mouvements dans un sédiment meuble imparfaitement consolidé (IX).

Vers la Lokomo (Cameroun) affleurent des quartzites violacés zonaires, à bandes noirâtres, intercalés dans de gros bancs de quartzites schistoïdes blanchâtres, localement pyriteux. Le ciment de certains spécimens est formé d'une substance calcaro-argileuse (réaction H Cl faible). Des concentrations massives de calcédoine se rencontrent dans ces bancs de quartzites, et s'y présentent avec les mêmes caractères que les rognons de silex dans la craie.

En bordure de la Lenge (Cameroun), l'orientation des quartzites est D = N 40° E. Sur les deux rives de la Lone, on mesure : D = N 30° E ; i = SE 20°-30°. Vers la Lokomo, l'orientation est : D = N 10°-30° E.

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

C) Étage schisteux inférieur.

Cet étage comprend : des schistes siliceux gris bleuté (rougeâtres par l'altération); des phyllades lustrés, gaufrés, rubannés, de tons gris verdâtre, à gris bleu ou gris noirâtre, que l'altération rubéfie ou jaunit ; des quartzophyllades zonaires, sériciteux, verdâtres, gris bleuté ou gris noirâtre, parfois veiné de blanc ; des séricitoschistes lustrés gris ou gris-vert; des phyllades ardoisiers gris, à intercalations siliceuses noires, rappelant (à part les teintes, inversées ici) les ardoises à coticules de l'Ardenne ; des biotitoschistes gris vert, plus ou moins siliceux ; des micaschistes biotitiques et des chloritoschistes; des schistes grenatifères ; des schistes amphibolifères mal lités, de tons gris; quelques quartzites blancs veinés de noir et des quartzites saccharoïdes gris noirâtre ; des amphiboloschistes et des amphibolites magnétifères.

On observe, dans les assises supérieures de cet étage, des intercalations de séricitoschistes conglomératiques, d'origine interformationnelle, où se distinguent des galets roulés de quartzites et des débris ou esquilles d'un phyllade gris, toutes roches arrachées aux assises inférieures, non encore consolidées. Aucun galet de roche éruptive.

Dans la série de Sosso, il n'est pas, à proprement parler de schistes rouges ou violacés ; mais des produits d'oxydation, rouges ou violacés, de schistes séricitiques ou de phyllades lustrés gris bleuté. Il n'existe pas davantage d'*horizon* graphitique : des lits graphiteux discontinus, probablement lenticulaires, s'intercalent à divers niveaux dans les bancs de séricitoschistes et de phyllades lustrés. Des filonnets et amygdales de quartz se logent dans ces roches et se rencontrent de préférence au droit des intercalations graphitiques et chloritoschisteuses. Ce sont, en partie, des veines d'exsudation. Les miroirs de faille, fort chargés de graphite, au toucher onctueux, sont fréquents au voisinage des filets et amandes de quartz. Les cavités « négatives » que renferment ces schistes et phyllades proviennent, non seulement de la dissolution de pyrite, mais également de l'altération de grenats bruns, minéral typique de la mésozone de Grubenmann. A Sosso, les schistes présentent de nombreux froissements, décelant des mouvements tectoniques horizontaux ; les psammites et quartzites sont évidemment beaucoup moins ondulés.

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

MÉTAMORPHISME DE LA SÉRIE MÉTAMORPHIQUE QUARTZITO-SCHISTEUSE.

Le faciès *normal* des couches de cette série est celui de l'épizone de Grubenmann. Au droit de certains alignements, mais à bonne distance de tout *affleurement* granitique, apparaissent dans ces roches les métacristaux caractérisant la mésozone : le grenat, la staurotide, la biotite ambrée, la hornblende gerbiforme, la magnétite, plus rarement le disthène. Les schistes passent *latéralement* aux schistes micacés, aux micaschistes et amphiboloschistes ; les couches gréso-quartzitiques se muent en quartzoséricitoschistes talqueux ou en quartzites à magnétite. Cette transformation est exactement celle que l'on observe, à faible distance du granit *affleurant*, dans la couverture schisteuse. Aussi lui attribuons-nous l'origine suivante : le passage, *souterrain* cette fois, d'une ride granitique cryptobatholitique. Au voisinage immédiat de la roche ignée, et dans les zones où de nombreux schizolites injectent les mêmes sédiments, on voit se développer une auréole catamorphique, où se rencontre toute la gamme des roches d'imbibition. La sillimanite, en aggrégats rayonnés et soyeux, l'andalousite, parfois le feldspath, s'ajoutent ou se substituent ici aux minéraux de la mésozone.

Au contact des gabbros, les transformations subies sont beaucoup moins accentuées. Elles paraissent se limiter à la transformation en biotitoschistes des épontes et des xénolites.

Du degré de métamorphisme subi par les roches, on ne peut inférer aucune conclusion quant à leur *ancienneté*. Dans des sédiments aussi peu plissés, le degré métamorphique ne peut servir de base à l'établissement d'une échelle stratigraphique.

Le temps nous a manqué, pour délimiter congrûment les zones d'isométamorphisme.

Certains sédiments, assez rare il est vrai, et nombre d'amphibolites, sont attaqués avec effervescence par l'acide chlorhydrique. Le caractère est plus ou moins accentué suivant les points du banc rocheux. G. Borgniez (V, p. 357), pour les amphibolites, y voit l'indice d'une origine calcareuse ; mais il ne spécifie pas si cette manière de voir fut, ou non, confirmée par l'étude microscopique. Ayant rencontré, dans les amphibolites et les sédiments *localement* calcareux, des veinules non exsudées de calcites mouchetée de pyrite, nous estimons jusqu'à preuve du contraire, que la teneur en calcite est acquise, et due à des imprégnations de ces roches, à partir des dites veinules, par des solutions calcifères. On le verra plus loin, ces venues calcifères correspondent aux derniers échos de l'activité magmatique régio-

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

nale. Les amphibolites, d'ailleurs, renferment des plagioclases calco-sodiques gris verdâtre, dont l'altération par les eaux météoriques produit CaCO3. Nous connaissons aussi dans la zone standifère du Haut-Katanga (Congo Belge), des *granites* monzonitiques dont les échantillons superficiels présentent la réaction des calcaires, alors que des blocs frais ne sont pas attaqués par HCl.

Corrélations.

Les travaux publiés depuis la Guerre, sur l'Afrique centrale, permettent de suivre les couches de Muva-Ankole, de l'Atlantique à l'Océan Indien.

Soulignons les analogies et différences que présentent ces couches, d'une part au Cameroun et en A.E.F., et, d'autre part, dans l'Uganda, le Kenya, la portion orientale du Congo Belge. où il nous a été donné de les étudier également.

1. Dans toute l'Afrique Centrale, les couches métamorphiques de Muva-Ankole comprennent, dans les grandes lignes, un étage schisteux inférieur, un horizon quartzitique médian, une série schisteuse supérieure.

2. Les roches conglomératiques, dans la série de Muva-Ankole, n'apparaissent qu'exceptionnellement au Cameroun et au Moyen-Congo. Au Congo Belge et dans l'Uganda, elles forment une partie importante (étage U2) de la série de l'Urundi (équivalent stratigraphique du système de Muva-Ankole).

Au Cameroun, au Moyen-Congo, dans l'Urundi-Ruanda. le système de Muva-Ankole ne comprend pas de conglomérats « volcaniques » intercalaires. Ces conglomérats commencent à apparaître dans l'Uganda (XII) et prennent, au Kenya, un développement assez important (XXII).

3. L'un des traits caractéristiques des couches de Muva-Ankole, dans l'Uganda et le Congo oriental, c'est leur faciès *finement zonaire*. Les géologues anglais (XII) l'ont attribué à des dépôts rythmiques saisonniers. Il ne semble pas que cette origine puisse être invoquée, pour les roches de même âge du Cameroun et de l'A.E.F.

4. L'inclinaison des couches sédimentaires, dans la région qui nous occupe, est faible et dépasse rarement 35°-40°.

J. Jung et M. Roques (XVII) estiment que le métamorphisme, dans les séries plissées, est antérieur au plissement. Nous sommes disposés à l'admettre également pour les couches que nous étudions au cours de cette note. Le fait, en revanche, nous

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

paraît moins certain, pour la plupart des couches de même âge, fort redressées, qui affleurent dans tout l'Est africain. Ici, la transformation métamorphique est plus accentuée et plus étendue ; les métacristaux de la mésozone et de la catazone sont intacts, ni fissurés ni cicatrisés ; au cœur des anticlinaux, l'évolution est plus marquée que sur les flancs des plis.

Latéritisation.

Tant en savane qu'en forêt, s'observe une altération superficielle des roches et la formation de latérites.

Nous comprenons sous la dénomination « latérites », des roches ayant subi une transformation totale en oxyde de fer, de telle sorte qu'aucun caractère de la roche originelle ne subsiste et qu'on soit indécis quant à sa nature. Assez fréquentes, dans la région étudiée, les latérites *stricto sensu* sont moins répandues toutefois que les roches ferruginisées, où la transformation en oxyde de fer étant moins poussée la roche originelle est aisément déterminable.

Les latérites, caverneuses et sonores, dépourvues de pisolites et formant carapace sur des étendues appréciables, sont très localisées. Dans les bas-fonds et au sommet des plateaux, les massifs de gabbros et de dolérites se recouvrent, parfois, d'une carapace de ce genre, mais à pisolites. Il n'y croît plus qu'une herbe courte ; ce sont des éclaircies dans la forêt. Sur les pentes et au sommet des collines, les gabbros et les dolérites subissent, d'autre part, une ferruginisation étendue, qui se résout en une cascade de rognons d'hématite impure.

Les sédiments schisteux n'ont, d'ordinaire, subi qu'une ferrugination plus ou moins avancée. Il semble en être de même, mais à un degré moindre, des gneiss, amphibolites, granites et diorites.

Nous n'avons trouvé nulle trace, dans nos régions, de latérites blanches, rencontrées à Madagascar par le Professeur A. Lacroix (X).

III. LES ROCHES IGNÉES.

A) **Le massif granitique de Souanke** (Moyen-Congo).

Le granite de Souanke est un granite biotitique de texture équigranulaire moyenne. On y rencontre fort peu de xénolites et de phénocristaux. En revanche, les ségrégations basiques

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

locales (biotite et hornblende) paraissent assez fréquentes en bordure du massif, où s'observe également une profusion de passées de gneiss, plus basique que le granite lui-même, et des micaschistes.

Les pegmatites muscovitiques, plutôt rares, se voient au Sud de Souanke dans le granite et les gneiss. De nombreux filons de schizolites, plus acides que le granite, y sont interfoliacés ou les recoupent obliquement. Au Sud-Ouest de Souanke apparaissent quelques migmatites : roches imbibées, que caractérise l'abondance du feldspath en lits interstratifiés.

Vers la rivière Ibele, au Sud de Souanke, le granite change un peu de composition et de texture. Il devient plus acide. Alors que les éléments de quartz et de feldspath sont équigranulaires et largement cristallisés, la biotite n'apparaît qu'en petites paillettes moins répandues.

La pénurie de grenat, biotite, hornblende, dans les schistes de l'auréole métamorphique, paraît due plutôt à la nature siliceuse de la couverture schisteuse qu'à une action métamorphique restreinte de la part de la roche éruptive. Un peu de disthène se rencontre dans les alluvions, à l'Est de Souanke et à la bordure orientale du granite.

Notons, dans les graviers de la rivière Masone, une certaine abondance de magnétite et des galets de quartz tourmalinifère.

B) **Le Massif granitique de Bayanga** (Moyen-Congo).

Le granite de cette région, sise à l'Est de Sosso, est un granite biotitique, de faciès légèrement gneissique, à tendances monzonitiques locales. Il prend volontiers l'aspect pegmatoïde ou une texture porphyroïde. Nous y voyons un faciès périphérique de l'intrusion équigranulaire ou porphyroïde, moyennement grenue, plus étendue et non gneissique, qui domine à l'intérieur du massif, en direction de la Boumbe I (Moyen-Bongo).

La foliation du granite est grossière. Discernable ou non sur un échantillon isolé, elle se voit fort bien sur des affleurements de quelques mètres de longueur. Les phénocristaux de feldspath, souvent volumineux, sont parfois nettement orientés ; la roche prend, alors, une structure pseudo-fluidale. Bien venues, les biotites sont en général peu abondantes.

Des filons pegmatoïdes ou aplitiques, dépourvus de micas, et des veines d'un quartz bleuté fortement micacé, disloquent ces granites ou s'injectent, lit à lit, dans les paragneiss encaissants. Un granite euritique non foliacé s'observe aussi dans certaines digitations, filoniennes et schizolitiques, du granite.

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

Au voisinage du contact intrusif, se rencontrent des injections d'aplites et de microgranites. On y voit également des brèches *locales*, à gros fragments de paragneiss, disséminés dans le granite. D'autres portions, à l'aspect de gneiss biotitiques, simulent des ségrégations ; elles sont criblées de nids aplitiques ou pegmatoïdes, les uns arrondis à la manière de galets, les autres de formes polyédriques. Ce sont là des roches mixtes (dyssogénites), le premier stade d'une transformation qui aboutit, par dissolution ou assimilation, et un peu plus près du contact, à des migmatites de stratification mal définie, formés en accord du principe de Bowen. Au contact même se voient des gneiss d'anatexie, que caractérise une stratification confuse et nébulitique. L'intrusion, ici, paraît donc s'être faite sans grande violence, plutôt par une pénétration graduelle du granite dans la couverture schisteuse. Il en va autrement, en d'autres points du contact.

La délimitation du « front des pegmatites » eût nécessité une étude étendue de la bordure granitique — travail étranger à nos fonctions.

C. **Le massif granito-gneissique de la Basse-Kadei** (A. E. F.).

Le granite ne forme qu'une partie de ce massif, où affleure toute la gamme des schistes cristallins.

Des intrusions ignées, de composition intermédiaire entre celle des granites et des gabbros, injectent ces formations et en compliquent la tectonique.

Les roches d'imbibition et d'injection lit-à-lit — gneiss, micaschistes, leptynites — sont largement représentées ici. Elles résultent, sans doute possible, de l'action des magmas granitiques sur les couches de la série quartzito-schisteuse de Muva-Ankole (assises IA et IB).

Nous n'entendons pas affirmer que des couches d'âge *pré*-Muva-Ankole ne se présentent pas dans ce massif ; une étude approfondie, que nous ne pouvions entreprendre, permettrait seule de résoudre la question. Certains schistes cristallins de tons clairs, de structure œillée et de foliation imparfaite ou peu serrée, nous paraissent aussi n'être qu'une transformation métamorphique de schizolites granitiques.

On distingue, dans ce massif, deux variétés de granite : un granite *gneissique*, de faciès fréquemment porphyroïde, et un granite *normal*, de texture équigranulaire et moyennement grenu,

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

aux éléments non orientés. Le faciès gneissique est le plus répandu.

Le granite porphyroïde gneissique renferme de gros phénocristaux de feldspath, enrobés dans une masse de fond, équigranulaire et phanéritique, aux éléments de petites dimensions ou de dimensions moyennes. Quadrangulaires, sans trace apparente de corrosion, les phénocristaux feldspathiques s'orientent parfois dans la masse, de façon parfaite, à la manière des bâtonnets feldspathiques des textures trachytiques. Leur orientation, alors, est identique à la foliation des paragneiss voisins [1].

Il existe aussi une variété porphyroïde du granite franc, mais elle est peu répandue.

Des filons de granite non gneissique et d'aplite (roche quartzofeldspathique non micacée) recoupent les granites gneissiques. Leur orientation oscille autour du Nord-Ouest.

On rencontre également un granite rubanné grenatifère, semé d'une profusion de ségrégations biotitiques fusiformes (schlieren), où les bandes onduleuses, mélanocrates et claires, alternent. J.-J. Sederholm (XI) voit, dans ces roches, des gneiss d'injection lit-à-lit.

Les paragneiss de ce massif présentent un caractère basique accentué. Leur composition est celle qu'on peut attendre de la transformation catamorphique des sédiments IA et IB. Ce sont des gneiss biotitiques parfois œillés, en général bien feuilletés ; des artérites (gneiss mélanocrates, veinés de blanc), des amphibolites grenatifères et magnétifères. Quelques quartzites micacés noirâtres, en petits bancs, s'intercalent dans les gneiss, en soulignent la stratification primitive — sensiblement identique, ici, à l'orientation de la foliation gneissique — et l'origine sédimentaire de ces pararoches.

1. En toute rigueur, les caractères chimiques et microscopiques permettent seuls de départager les orthogneiss et les paragneiss. A la condition essentielle, toutefois, de disposer d'échantillons *frais*, peu aisés à trouver en forêt. Les analyses d'une roche de surface n'auraient qu'une valeur toute relative et conduiraient à de fâcheuses méprises. *Sur le terrain*, les indices suivants nous ont permis de distinguer les *paragneiss* : une granulation moyenne ; une foliation serrée, orientée comme celle des micaschistes et des quartzites intercalés, et d'une certaine uniformité dans l'étendue du banc gneissique ; le passage graduel, en direction, à une roche ignée ou à des sédiments ; des variations notables, sur un espace restreint, de la composition minéralogique de la roche non injectée ; un fond grisâtre (poivre et sel) ou gris verdâtre, veiné ou non de minces filets plus clairs ; un excès de silice ou de hornblende granulaires ; la présence de staurotide, andalousite, sillimanite ou cordiérite ; la présence d'enclaves non gneissifiées, tels que galets étirés et tordus ; la présence d'enclaves graphitiques ou charbonneuses. Le lecteur trouvera également des données précieuses, à ce propos, dans une récente publication de J. Jung et M. Roques (XVII).

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

Les paraamphibolites et les gneiss amphiboliques s'observent surtout dans la partie méridionale du massif.

La série gneissique est largement injectée de filons, filonnets et extravasions amygdaloïdes de granite gneissique, de granite franc, de schizolites plus acides et moins micacés.

Les micaschistes sont moins répandus que les gneiss à l'intérieur du massif. Ils prennent, en revanche, plus d'extension à sa bordure occidentale. Ce sont surtout des micaschistes biotitiques. Les micaschistes et quartzites muscovitiques sont sporadiques.

Des orthogneiss mal feuilletés, de composition intermédiaire entre celle des diorites et des gabbros, se rencontrent sur les bords de la Belipanga (Basse-Kadeï), où les deux variétés de granite les recoupent. Des amphibolites à gros cristaux d'amphibole (roche de contact typique) réalisent la transition aux granites injectés. La foliation de ces gneiss et amphibolites est N 30°-50° W ; leur inclinaison — pied est dans la partie orientale du massif, et pied ouest dans la partie occidentale — ne dépasse pas 25° [1].

D. **Zone Kadei-Bandja-Boumba** (Cameroun et A. E. F.).

La région comprise dans l'angle droit que forment entre eux les massifs granito-gneissiques de Bayanga et de la Basse-Kadei, renferme une zone granito-gneissique, en bordure des rivières Biemo et Mobore (A. E. F.). On y rencontre également, tant au Cameroun qu'en A. E. F., de nombreuses intrusions gabbroïdes et un vaste plateau doléritique [2].

La zone Biemo-Mobore comprend quelques gros dykes de granite amphibolo-biotitique, non gneissique, aux éléments bien venus. La texture pegmatoïde paraît assez fréquente. Elle est bordée, au Sud, par des gabbros, et l'on observe, entre granite et gabbros, tous les termes différenciés de composition intermédiaire. Assez rapprochés, les dykes et filons de granite déterminent, dans la zone comprise entre deux dykes consécutifs, une transformation en gneiss et micaschistes des roches encaissantes.

1. Sans insister davantage, pour l'instant, signalons une particularité intéressante des massifs granito-gneissique de Bayanga et de la Basse-Kadei, précédemments décrits.

L'orientation moyenne de la foliation des ortho- et pararoches, dans ces deux massifs, est la suivante :

Massif de Bayanga : N 45° E = N-E.
» Basse-Kadei : N 40° W = N-W.

Ces deux directions sont *orthogonales*.

2. Ni les uns ni les autres ne figurent sur la carte géologique n° 2 du Service des Mines du Cameroun (Douala, 1935), et il n'en est pas fait mention dans la notice annexée à cette carte.

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

A quelque distance des contacts, s'observe un développement de métacristaux de la mésozone : staurotide, grenat, hornblende, etc. — Comme nous l'avons déjà indiqué, l'action métamorphique des gabbros, beaucoup moins prononcée, se limite à une induration qu'accompagne la production de biotite.

Ces types granitiques représentent, selon nous, les digitations supérieures d'une ride granitique souterraine. Celle-ci se prolonge en direction jusqu'à la rivière Bangue (Cameroun).

De nombreux filons de quartz oligistifère se voient dans la zone Biemo-Mobore. Cette région fut le siège de dislocations importantes, comme en témoignent les brèches quartzo-ferrugineuses et les jaspilites qu'on y rencontre. Soulignons la position tectonique de cette zone granitique : une droite, joignant son centre au gisement aurifère de Sosso, est la bissectrice de l'angle formé par la rencontre des massifs, granitiques et orthogonaux, de Bayanga et de la Basse-Kadei.

Des massifs et dykes de diorito-gabbros apparaissent, entre la Basse-Kadei (Moyen-Congo) et la Boumba (Cameroun), suivant des alignements définis, grossièrement parallèles à l'orientation générale des sédiments dans ces zones. Alors que le granite se loge dans les anticlinaux, les gabbros s'injectent indifféremment dans les anticlinaux et synclinaux. Dans la même région affleurent des orthoamphibolites, mouchetées de pyrite et de pyrrotine, et de composition diorito-gabbroïde. Il importe de les distinguer des paraamphibolites à staurotide, grenat, disthène ou sillimanite, rencontrées également dans la zone Kadei-Boumba.

Au Sud des massifs gabbroïdes, les schistes sont recoupés par des dykes ou filons de diabases. C'est là, pensons-nous, un faciès filonien des gabbros. Ces derniers se cantonnent aux couches schisteuses inférieures, alors que les diabases envahissent tous les termes de la série quartzito-schisteuse.

E. **Les dolérites du pays M'Bimou et Bidjouki**

(Cameroun et Moyen-Congo.)

Fort répandues sur les rives de la Basse-Kadei, et dans la zone comprise entre cette rivière et la frontière occidentale du Moyen-Congo, les dolérites apparaissent, au Cameroun, dans la partie orientale du pays des Bidjoukis et des Bangandous. Elles sont de divers types. Le plus commun, sur la rive gauche de la Kadei, est une dolérite grise, mouchetée de plages vert sombre. Ces dernières disparaissent aux affleurements : la roche prend, ainsi, un faciès cellulaire dû à la dissolution des ségrégations basiques.

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

Bien que la texture soit, en général, microgrenue, la loupe permet de discerner les constituants de certains échantillons. Aucune trace d'éléments orientés ou de schistosité par pression, si caractéristiques des greenstones de Rhodésie. Ce fait date les dolérites, par rapport aux orthoamphibolites, gabbros et diorites feuilletées précédemment décrits.

En pays M'Bimou, sur la rive droite de la Basse-Kadei, la composition et la texture des dolérites sont un peu différentes. On y voit moins de ségrégations basiques et de phénocristaux. La division en bancs et polyèdres irréguliers, par des diaclases, est le mode de gisement le plus répandu ; elle aboutit à des formes sphéroïdales. La structure columnaire, si fréquente pour les basaltes, n'a pas été observée. Entre la Komi et la Bandja se rencontrent quelques structures concentriques et rayonnées. Mais aucune trace de « pillows », ou de vacuoles dues à l'occlusion de bulles gazeuses.

M. Babet (11) dit avoir trouvé, le long de la Bandja, des conglomérats schisteux qu'il hésite à dater. Nous *croyons* bien avoir retrouvé ces conglomérats, non seulement aux points où ils figurent sur la carte de M. Babet, mais également en d'autres lieux, et toujours à la périphérie des plages de dolérites. De composition doléritique, la pâte renferme moins de phénocristaux que les dolérites régionales. Les galets inclus, non calibrés, roulés ou subanguleux, sont de granite, quartzite, schistes phylladeux, schiste graphitique, c'est-à-dire de roches appartenant à la série de Muva-Ankole ou qui y sont injectées. Les dits conglomérats sont donc postérieurs aux couches de Muva-Ankole. Ce ne sont pas des « agglomérats volcaniques », car on n'y trouve pas trace de galets ou de blocs de dolérite. A leur périphérie s'ils sont volumineux, dans toute leur masse si leurs dimensions sont moindres, les galets de schistes graphitiques sont indurés. Des barres tuffacées ou scoriacées s'intercalent dans ces conglomérats. Une *pseudo-schistosité*[1] locale paraît due au poids des masses surincombantes.

Nous considérons les dolérites du pays M'Bimou et Bidjouki comme des roches d'*épanchement*, des coulées épandues à l'air libre sur le substratum métamorphisé, plissé et déjà arasé des couches de la série quartzito-schisteuse. Et celà pour les raisons suivantes :

1. Nous disons « pseudo-schistosité ». Car, dans un schiste, les galets inclus ont pivoté de telle sorte que leur grand axe soit parallèle à la schistosité de la roche. Dans les conglomérats décrits, on voit au contraire des galets placés obliquement, parfois normalement, à la pseudo-schistosité.

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

1. Les conglomérats précités, dont on constate l'existence à la seule périphérie des plages doléritiques, correspondent aux « fonds de coulée ».

2. La présence de tufs d'origine volcanique, également à la périphérie, ou dans la masse même, des plages doléritiques.

3. L'existence en divers points de structures fluidales — figurant un écoulement pétrifié — par exemple, à la traversée d'une plage herbeuse, entre Ziendi et la Komi, sur la rive gauche de la Bandja.

Dans la courbe décrite par la rivière Alombe, à hauteur de la piste Bilolo-Nola, ainsi qu'en bordure de la Baroundou au Sud de Ziendi, on voit les dolérites *microgrenues* passer, de façon graduelle, à des roches gabbroïdes holocristallines à petits grains, où s'observe un enchevêtrement ophitique des plagioclases gris vert et des amphiboles ou pyroxènes noirs, et des ségrégations amphiboliques gerbiformes. Ce sont là, selon nous, les termes de passage des dolérites de coulées à des roches *filoniennes* de même composition. Ces dernières occupent les chenaux d'amenée du magma.

Nos observations, rapides et trop peu nombreuses, ne permettent pas de préciser si l'épanchement des dolérites s'effectue, en tous lieux, à partir de culots ou de cheminées — à la manière des basaltes de l'Alpe souabe et des diabases du Harz — ou de larges fissures d'étendue longitudinale appréciable. La deuxième hypothèse nous paraît, toutefois, plus vraisemblable. En effet, dans la zone d'extension maximum des dolérites (Aboghi), l'orientation des bancs, marquée par des diaclases parallèles consécutives au refroidissement du magma, est identique à celle des schistes métamorphiques voisins (D = N 30° W). D'où il s'ensuit que cette orientation est déterminée par la structure géologique régionale, non par la surface du sol au moment de l'épanchement.

On notera la position du centre de l'expansion doléritique. Ce point se trouve dans une région de plis croisés.

L'extrusion des dolérites est postérieure au plissement de la série quartzito-schisteuse. On est bien embarrassé, toutefois, pour la dater par rapport aux couches du Loubilash. Sauf erreur de notre part[1], nul n'a signalé encore, *au Moyen-Congo*, de galets doléritiques dans le conglomérat de base de la série du Loubilash, ni de filons de dolérites recoupant les dites couches[2]. Ces cou-

1. Nous n'avons pu découvrir la moindre indication, à ce sujet, dans l'ouvrage fondamental de E. Krenkel (VIII).

2. Au Maniema et au Kivu (Congo belge), nous avons signalé en 1929, des filons de diabase dans les couches du Loubilash. Il ne peut, évidemment, être question de raccords, à cette distance.

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

lées nous paraissent être plus anciennes que les grès horizontaux du Loubilash : car ces derniers subsistent en vestiges sur les deux rives de la Basse-Kadei, ces vestiges eurent certainement, jadis, une entension plus grande, et durent recouvrir les dolérites du pays M' Bimou, avant qu'une érosion totale les ait fait disparaître.

F. Manifestations magmatiques postérieures aux Dolérites.

Des veinules de calcite, parfois de pyrite et d'épidote, se voient dans les dolérites, les conglomérats associés et certaines couches de Muva-Ankole, ces dernières *originellement* non calcareuses. Ces veinules correspondent aux derniers échos de l'activité magmatique.

A noter la présence d'aggrégats fibro-radiés de sidérose (sphérosidérite), dans des fissures des dolérites de la zone Bandja.

L'activité volcanique paraît éteinte, de nos jours, dans la zone étudiée ; les indigènes disent, en effet, n'y avoir pas rencontré de sources thermales.

G. Conclusions.

L'étude des granites injectés dans la série quartzito-schisteuse de Muva-Ankole nous conduit aux conclusions suivantes.

Ces granites sont comagmatiques. Le granite gneissique n'est qu'un faciès *primitif* du granite normal, de même composition minéralogique, mais dont les éléments sont orientés en tous sens. Ce granite franc, non gneissique, est tardif et *post*-tectonique. Alors que les mouvements orogéniques, qui plissent les couches de Muva-Ankole affectent le granite gneissique, le granite franc s'injecte à une époque où ces mouvements ont déjà pris fin. C'est précisément ce qui se présente pour les granites *post*-Muva-Ankole de l'Uganda : granite gneissique G1 et granite non gneissique G2 (XII). Dans la suite, nous conservons, pour le granite gneissique et le granite franc, des régions qui nous occupent, les désignations plus commodes : G1 et G2.

Nous n'entendons pas nier l'existence, au Cameroun et au Moyen-Congo, de sédiments et de granites *anté*-Muva-Ankole. Une de nos publications récentes a précisément pour objet de montrer qu'il en existe[1]. Nous disons simplement ne pas les avoir rencontrés, au cours de nos recherches, dans la région fai-

1. *Bull. Soc. géol. France*, 5e série, tome 6, fasc. 9, 1936, p. 481-486.

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

sant l'objet de la présente étude. C'est dans ce sens, pensons-nous, qu'il est permis de dénommer « récent » le granite de Bayanga, de la Basse-Kadei et de Souanke.

Les granulites[1] correspondant aux granites G3 de la nomenclature ugandaise, les pegmatites muscovitiques semblent faire défaut dans nos régions. Les pegmatites biotitiques y sont parcimonieusement distribuées. Des roches quartzo-feldspathiques, à trace de mica blanc, et des quartz muscovitiques ont été rencontrés en quelques rares endroits.

Les gabbros gneissiques ou feuilletés sont antérieurs aux granites gneissiques, qui les recoupent ou les injectent. Ce sont les « avant-coureurs » d'une grande intrusion granitique en deux épisodes. Certains gabbros non gneissiques aux éléments bien venus, observés non loin des granites ou en massifs isolés (Cameroun) et qui s'y rattachent par tous les termes de composition intermédiaire, sont des faciès périphériques (supérieurs ou latéraux) du granite G2, ou des produits de digestion des épontes.

Postérieurement aux granites G2, apparaissent des gabbros ophitiques, moins largement cristallisés et de caractère plus basique que leurs devanciers. Les diabases du secteur Bomba-Kadei sont leurs représentants filoniens ; les dolérites du pays M'Bimou leurs équivalents extrusifs.

IV. TECTONIQUE

Dans l'ensemble, les couches de la série quartzito-schisteuse sont moins évoluées que leurs équivalents stratigraphiques d'autres régions de l'Afrique centrale. Leur inclinaison, aussi, est beaucoup moindre[2]. Une couche redressée — inclinaison supérieure à 60° — est l'indice d'une anomalie locale ou de la proximité d'un contact intrusif. La chose a été notée déjà, par M. Babet, en A. E. F., pour le massif de Chailliu (VIII, page 1129 et 1219). Elle rend compte de la forte extension de certaines couches, par exemple des grès et quartzites, dans la zone synclinale de Moloundou-Lone-Lokomo (Cameroun).

Nous n'avons observé ni plis renversés, ni charriages, ni indice permettant de conclure qu'il y en ait. L'attention, à ce sujet, a porté sur les variations du grain dans les couches, les relations entre le clivage schisteux et la stratification, la disposition des joints par rapport à cette dernière, le sens du déverse-

1. Au sens de la nomenclature française.
2. Couches redressées à la verticale du Mayombe, du Bas-Congo, du Kivu, du Maniema, du Katanga, de l'Uganda et du Kenya.

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

ment de plissottements secondaires, la disposition des structures entrecroisées pour les grès et quartzites (XIII).

Les mesures effectuées montrent la prédominance, suivant les régions, de l'orientation NE ou NW, et, dans les zones intermédiaires, l'interférence de ces deux directions orthogonales et conjuguées. C'est là un des traits caractéristiques, non seulement de la géologie de l'Afrique centrale, mais encore de l'ensemble du Continent noir (VII). Elle aboutit à des virgations de grande amplitude, que souligne la répartition des couches sédimentaires et la localisation de certains gîtes métallifères.

Les mouvements épirogéniques ont déterminé des suppressions ou des duplications d'assises : une suppression presque totale des quartzites à l'Est de Mikel (Cameroun), entre ce village et le confluent Boumba-Bangue, et une extension exagérée des mêmes couches dans la zone comprise entre le gisement aurifère de Sosso et la piste Yokadouma-Nola. Comme l'indique un examen comparatif des pendages, cette disposition n'est pas due à un profil asymétrique du géosynclinal primitif, de part et d'autres des dislocations présumées. La forte extension des quartzites, dans l'angle droit formé par les massifs granitiques de Bayanga et de la Basse-Kadei, est dû également au jeu des réseaux conjugués de failles longitudinales, d'inclinaison contraire à celle des couches.

Le contact granitique, entre Bayanga et Bamba (Moyen-Congo), nous paraît être un contact faillé : le passage assez brusque du faciès mésométamorphique de Sosso au faciès catamorphique des gneiss, sans intercalation de micaschistes, tend à le prouver.

Des failles transversales viennent encore compliquer la tectonique régionale. Le tracé onduleux de la Kadei, entre Sosso et Nola, semble déterminé par le jeu des failles longitudinales et transversales.

En forêt, vu la pénurie et la discontinuité des affleurements, le passage exact des failles et leur tracé sont difficiles à déceler.

V. MÉTALLOGÉNIE

La discrétion professionnelle nous fait un devoir d'être sobre de détail sur ce chapitre.

1. Les veines quartzo-pyriteuses aurifères, du Cameroun sud-oriental et des zones limitrophes du Moyen-Congo, sont minces et multipliées, lenticulaires ou en chapelets, et groupées en réseau : le type classique des filons aurifères de socles anciens. Leur composition, à elle seule, ne permet pas de classer congrûment ces filons dans l'un des trois grands groupes (hypo-, mézo-

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

et épithermal) auxquels on s'accorde, avec W. Lindgren (XIX), à rattacher les gîtes métallifères. De fait, ces filons ne renferment que des minéraux ubiquistes : du quartz, de la pyrite, un peu de rutile. En revanche, leur morphologie, leur association fréquente à des zones d'imprégnation diffuse, la nature des actions métamorphiques qu'elles développent à leur contact, leur position stratigraphique, suffisent à classer ces veines parmi les gisements hypothermaux.

Les imprégnations aurifères associées sont représentées, dans la zone qui nous occupe par des barres de jaspilites et les intercalations oxydées, noirâtres et indurées, à vestiges de pyrite, réparties dans les schistes parallèlement à leur foliation (ou faisant, avec elle, un angle très faible). Ces schistes micacés sont eux-mêmes criblés de pyrite et de magnétite. Nous regrettons ne pouvoir partager les vues de P. Haugou (XIV), pour qui les veines minces et les zones d'imprégnation aurifères sont spécifiques de formations et de régions différentes. Du point de vue morphologique et métallogénique, ces deux types de gîtes passent graduellement de l'un à l'autre ; ils s'associent dans une même zone, l'un ou l'autre type pouvant prédominer. La région, qui nous occupe, est un cas de l'espèce (XV, page 402 ; XVIII, p. 149 ; XIX, p. 177, 180, 186, 196).

Ces veines aurifères ne correspondent pas aux « racines » d'un réseau érodé de filons, plus gros et branchés vers le bas. Car, dans les petits cours d'eau à cours lent, que ces veines recoupent, ne se rencontre pas de gros blocs de quartz ; parfois, même, les graviers alluvionnaires sont très pauvres en quartz. Le réseau de veines minces et multipliées semble bien réaliser, au contraire, le type filonien originel.

2. Les veines s'intercalent, dans les schistes inférieurs de la série quartzito-schisteuse, notamment à la limite des quartzites médians (rôle structural des contacts hétérogènes).

Les couches, toutefois, doivent avoir conservé un caractère mésométamorphique modéré : dans les mêmes couches, chargées d'une profusion de grenat, biotite ou staurotide, ou passant au faciès catamorphique, les filons se chargent de feldspath et perdent tout intérêt économique. Question de profondeur (température et pression) et de « structure réceptrice ». C'est le cas général, en Afrique centrale, et souvent ailleurs (XVIII, p. 19-21).

3. L'or est-il *génétiquement* associé aux granites ou à d'autres roches éruptives, dans la zone considérée ?

Dans la région de Souanke, la filiation granitique n'est pas

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

douteuse. Le métal précieux n'apparaît qu'à la périphérie du massif granitique, de préférence aux abords de redents, au voisinage d'un granite plus acide que celui de la masse principale. L'abondance de magnétite et la présence de quartz tourmalinifère, dans les cours d'eau aurifères, présentent un intérêt à ce propos.

A première vue, l'origine de l'or est moins claire dans la zone comprise entre la Boumba, la Kadei et la Sangha, tant au Cameroun qu'au Moyen-Congo. On y connaît, en effet, deux venues granitiques et plusieurs intrusions étagées de gabbros.

Selon nous, les gîtes aurifères hypogènes n'ont aucune relation génétique avec les gabbros et diabases. De fait, quand ces roches affleurent seules, et loin de tout « indice » granitique, la région est stérile quant à l'or. Et cela se conçoit, les nombreuses études publiées sur le métal précieux ayant montré que l'or s'associe à un stade de différenciation ultérieur, à des roches ignées plus différenciées que ne le sont les gabbros (XVI). L'or n'apparaît pas davantage dans les zones où ces roches basiques, plus ou moins différenciées, sont de composition intermédiaire entre les diorites et les gabbros. En revanche, le métal précieux se présente en des points où les gabbros et diorites font complètement défaut, même à l'état de galets dans les graviers alluvionnaires.

Nos observations montrent une liaison constante entre, d'une part la présence du métal précieux, et, d'autre part, un type métamorphique auquel s'associent des rides granitiques affleurantes ou souterraines. La répartition géographique des gisements d'or hypogène indique, également, leur association au granite. Elle est parfois des plus suggestives ; ainsi le gîte aurifère de Sosso se place à faible distance du croisement de deux rides granitiques orthogonales (renvoi 1, page 307), dans une zone de plis croisés. Les régions de l'espèce sont des plus favorables à la production de centres d'émission métallifères et de structures réceptrices [1].

Les venues aurifères sont indemnes de dislocations connexes du plissement (absence de broyage, pour les veinules intercalées dans les schistes plicatulés). Nous leur assignons donc une origine post-tectonique et les rattachons à un granite de cette époque, au granite non gneissique G2. Les granites G1 n'étant qu'un faciès gneissique et primitif de G2, cette manière de voir s'accorde en tous points avec les données connues sur la métallogénie de l'or (XX, XXI).

1. Nous n'entendons pas dire, évidemment, que *toute* structure favorable abrite un centre d'émission métallifère et des gîtes d'or hypogène. La production de veines d'or est liée à un *ensemble* de conditions, dont certaines peuvent ne pas être réalisées au droit de structures favorables.

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

BIBLIOGRAPHIE

I. *Proceeding of the first meeting of African Geologist*, Louvain, 1932.

II. V. Babet : Esquisse géologique de la région comprise entre Bangui et la frontière du Cameroun, *Chronique des Mines coloniales*, 4e année, 1935, n° 38.

Id. : Sur les grès continentaux horizontaux de la Haute Sangha, A. E. F., *Bull. Soc. géol. France*, 5e série, tome V, 1935, p. 455.

III. J. Lombard : Conclusion d'une étude lithologique des schistes cristallins de l'Oubanghi-Chari, *CR. Ac. Sc.*, Paris, t. 200, n° 2, p. 1678.

IV. *Id.* : Les grandes minéralisations de l'Afrique sud-équatoriale, *Chronique des Mines coloniales*, janvier-février 1935.

V. V. Borgniez : Esquisse géologique de l'Oubanghi-Chari et des régions voisines, *Chronique des Mines coloniales*, 4e année, 1935, page 44.

VI. M.-E. Denaeyer : Esquisse géol. de l'Afrique équatoriale française, du Cameroun et des régions voisines, Uccle, 1928.

VII. E. Krenkel : Geologie Afrikas, tome I, 1929.

VIII. E. Krenkel : *Id.* tome III, 1934, p. 1249-1250.

IX. Lahee : Field Geology, 2e édition, 1923, p. 218-220.

X. A. Lacroix : Géologie de Madagascar, tome III, p. 107.

XI. J.-J. Sederholm : On migmatites and associated rocks of the S-W Finnland, 2e partie, *Pull. Comm. géol. Finlande*, n° 77, 1926, p. 19.

XII. A.-D. Combe : The Geology of Ankole, *Geol. Survey of Uganda*, mémoire n° 11, 1932.

XIII. Bailey-Willis : Geologic structures, 1923, p. 228-229.
Lahee : *Loco citato ante*, p. 177 à 179, 231, 232, 249 à 252.

XIV. P. Haugou : Les gisements aurifères du Cameroun sous mandat de la France, *VIIe Congrès international des Mines*, Paris, 1935, section de géol. appliquée, tome I, p. 41-44.

XV. L. de Launaye : Cours de géol. appliquée, 1934, p. 402.

XVI. A.-F. Buddington : Correlation of kind of igneous rocks with kinds of mineralisation (in : Ore deposits of the Western States, *Am. Inst. Min. Metall. Eng. Series*, Lindgren volume, 1933, p. 363).

XVII. J. Jung et M. Roques : Les zones d'isométamorphisme dans le terrain cristallophyllien du Massif Central français, *Revue des sciences naturelles d'Auvergne*, t. I, fasc. I, 1936.

XVIII. E.-J. Dunn : Geology of Gold, Londres, 1929.

XIX. W. Lindgren : Mineral deposits, 3e édition, 1928.

XX. R. Van Aubel : Géochimie de l'or. *Ann. Soc. géol. Belgique*, t. LVII, fasc. 8-9, 1934, p. 131-150.

XXI. *Id.* : Problème de géologie minière intéressant les gîtes d'or filonien ; *Chronique Mines Col.*, 1er nov. 1936.

XXII. *Id.* : Sur la zone aurifère de Kakamega, Kenya Colony, *Bull. Soc. géol. France*, 5, t. VI, 1936, p. 47-58.

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

OBSERVATIONS GÉOLOGIQUES DANS LA PARTIE CAMEROUNIENNE DU PAYS BAYA (CAMEROUN ORIENTAL)

PAR **René van Aubel**[1].

Cette note a trait à la région comprise entre Batouri et la rivière Boumbe II (frontière occidentale du Moyen-Congo). Elle forme un rectangle granitique de 50 km. de longueur et 30 km. de largeur (croquis ci-dessous, à l'échelle du 1/500.000e).

Notre attention a porté sur la répartition des divers types granitiques régionaux, leur séquence et leur tectonique[2].

Nous nous faisons un agréable devoir de remercier ici M. Hausser, président de la Compagnie Minière de l'Oubanghi oriental, qui voulut bien autoriser la publication de cette note.

I. — ZONE FRONTIÈRE

A hauteur du village de Garoua-Boubera, au point où la piste Batouri-Gaza enjambe la Boumbe II, affleurent des granites équigranulaires, aux éléments de dimensions moyennes. La proportion de biotite est faible ; un peu de pyrite se voit dans la masse ; l'orientation des constituants est plutôt confuse. Dans ce granite apparaissent des enclaves d'un *para*gneiss biotitique mélanocrate, partiellement chloritisé, de foliation serrées, aux éléments orientés : D = N 30° E ; i = SE. 60°.

En territoire congolais, sur la rive droite de la Boumbe II, l'orientation moyenne des éléments fémiques du granite est : D = N 30°-40° E ; i = SE 20°-25°. Mais elle s'incurve bientôt vers le Nord. En bordure de la Belimbo (Moyen-Congo), les traînées biotitiques et les ségrégations basiques protogènes

1. Note présentée à la séance du 24 mai 1937.

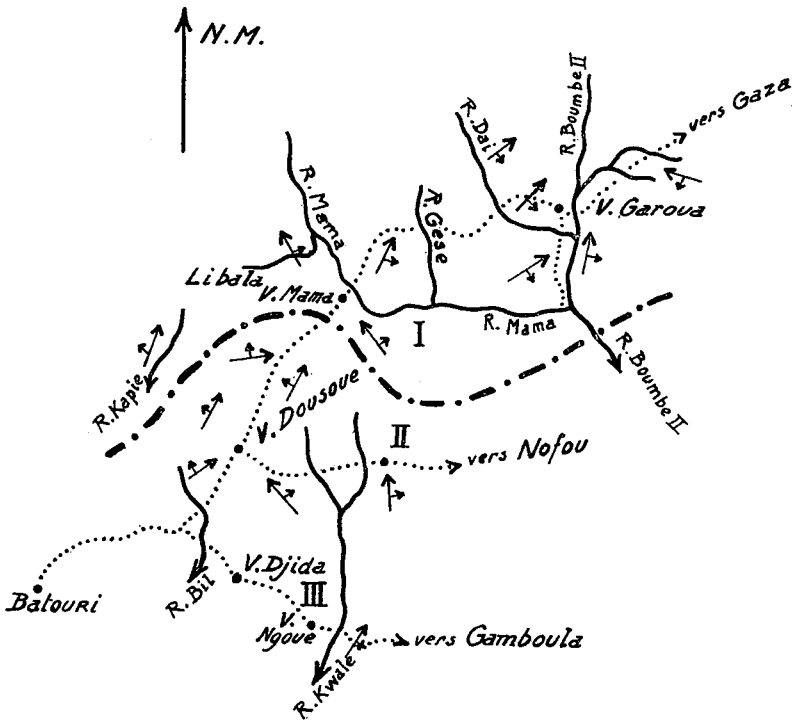
2. HANS CLOOS. Der Mechanismus tiefvulkanischer Vorgänge, Braunschweig, 1921.

HANS CLOOS. Plutone und ihre Stellung im Rahmen der Krustenbewegungen, *XVIe Congrès géol. international*, 1933, tome I, pages 235-253.

R. VAN AUBEL. La tectonique du granite, *Revue scientifique*, Paris, 1927, page 394.

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

(schlieren) s'orientent D = N 60° W ; i = NE 20°. La proportion de biotite, et le nombre des phénocristaux feldspathiques, semblent croître d'Ouest en Est, dans cette région.



Au Sud de Garoua, et jusqu'au confluent de la Mama, l'orientation moyenne des filets de biotite et des ségrégations fémiques protogènes est : D = N 60° E ; i = SE 25°. Un gros dyke felsitique, formant crête (D = N 65° E ; i = SE 70°), traverse le granite, à faible distance au Sud de Garoua.

II. — ZONE GAROUA-MAMA

Un granite *rosé*, à petits éléments, affleure à l'Ouest de Garoua, sur les rives du ruisseau Nakombo. Aucune orientation des constituants n'est décelable. Par suite de l'altération superficielle, les blocs et dalles de granite s'exfolient ; mais les feuillets de cette structure coupant à travers les cristaux de la roche ignée, la distinguent nettement d'une foliation gneissique vraie.

Entre la Nakombo et la Daï, s'observent de nombreux affleurements d'un granite biotitique *gris*, équigranulaire. Les trois

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

constituants principaux du granite — quartz, feldspath, biotite — s'y rencontrent en proportions sensiblement égales. Des filets du granite rosé, précédemment décrit, recoupent le granite gris et soulignent le caractère *intrusif* du granite rosé.

De larges affleurements de granite *amphibolo*-biotitique, de faciès porphyroïde et largement cristallisé, se voient en bordure de la Daï. La biotite et la hornblende apparaissent, dans la roche, en quantités sensiblement égales. De gros cristaux quadrangulaires de feldspath (4 cm. × 3 cm.), de teinte rosée, sont répartis, dans la masse granitique, de façon capricieuse.

Le long de la Daï, en amont du passage de la piste, les granites gris porphyroïdes prennent une certaine extension. Leur foliation gneissique, les lamelles de biotite et les ségrégations fémiques protogènes sont orientées : D = N 50° E ; i = SE 20°.

Les relations entre ces deux granites sont décelées par la présence d'enclaves de granite amphibolo-biotitique dans le granite gris. Au contact des enclaves apparaît une « auréole de réaction » (reaction rim), de composition et de texture un peu différentes de celles de l'enclave même. Le granite gris, *intrusif* dans la masse du granite amphibolo-biotitique, lui est donc postérieur.

Vers la Gese, et au delà de cette rivière, le granite amphibolo-biotitique porphyroïde affleure largement. Aux phénocristaux de feldspath s'ajoutent, ici, de gros cristaux miroitant de hornblende noire. La foliation gneissique est confuse, mais l'alignement des traînées de biotite est assez nette (D = N 20° E ; i = SE 35°-45°). Dans la masse du granite amphibolique sont réparties des enclaves fusiformes de granite finement grenu, fort micacé (biotite), mais privé de hornblende — sans doute, une variété du granite gris, non une ségrégation protogène du granite porphyroïde.

Entre la Gese et la Mama se rencontrent de nombreux blocs des granites précédemment décrits.

Dans la zone étudiée, le caractère gneissique des granites s'accentue d'Est en Ouest.

III. — COURS DE LA MAMA

A) Au Sud du village Mama et sur la rive droite de la rivière de même nom, pointent une série de petits dômes granitiques.

En bordure de la Mosolasoule affleure un quartzo-gneiss d'origine sédimentaire. La foliation gneissique est orientée : D = N 30° W ; i = NE 20°-25°.

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

Le dôme granitique de la Bato (Bato I) est situé sur la rive droite de la Bato, mais il se continue en direction, au Nord de ce cours d'eau, par un petit dôme (Bato II) situé à 1.500 m. du premier. Au sommet Bato II, la roche affleurante est un granite rosé de tons clairs, aux éléments nettement orientés ; la foliation gneissique est à peine indiquée. La proportion de biotite est faible ; un peu de pyrite et d'oligiste spéculaire se voient dans la roche. L'orientation des éléments granitiques est la suivante :

partie orientale du dôme : D = N 30° W ; i = SE 15°-20°
partie occidentale du dôme : D = N 30° E ; i = SE 60°.

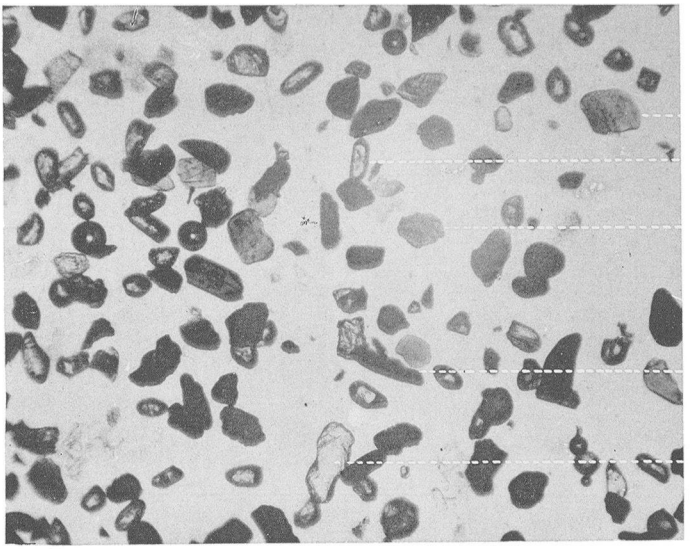
Cette ondulation transversale forme protubérance ou coupole.

Le dôme Bato I est formé du même granite rosé, dénudé sur un espace de 400 m. × 300 m. environ. Fort ondulée, la foliation gneissique est parfois confuse, voir *nébulitique*. Aux points où s'observe cette dernière texture, la composition du granite est peu constante et diffère notablement de celle de la masse granitique principale. On y voit de petits fuseaux xénolithiques mal différenciés, où le granite rosé s'insinue à la manière de l'encre filtrant dans un papier buvard. Il n'est pas toujours aisé de distinguer les enclaves de ce type des ségrégations protogènes [1]. Les portions du dôme, où se rencontre cette structure nébulitique correspondent, selon nous, au faciès d'*anatexie* des granites rosés.

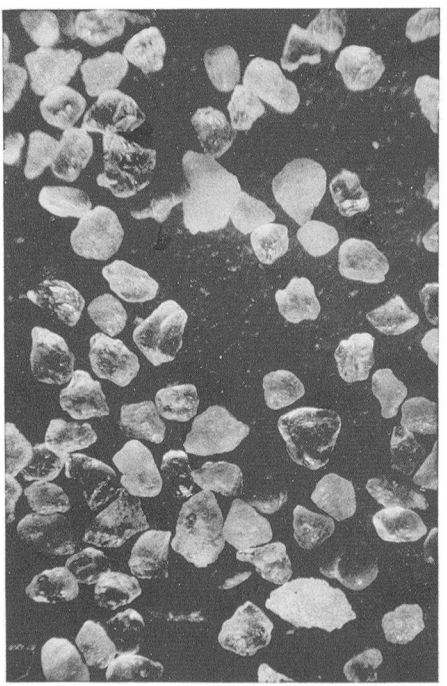
Dans la partie orientale du dôme Bato I, les éléments granitiques sont, en moyenne, orientés : D = N 60° W ; i = N 20°. La plongée s'inverse, dans la partie occidentale du massif, où la moyenne des lectures est : D = N 50° W ; i = SW 45°. Ici, d'autre part, la roche est presque totalement dépourvue

1. *Sur le terrain*, la distinction repose sur les critères suivants : Observe-t-on une variation brusque de la composition minéralogique de la roche ignée, au contact de l'enclave, celle-ci est généralement une ségrégation protogène. La composition minéralogique des ségrégations est, d'habitude, plus uniforme que celle des xénolithes ; les constituants des ségrégations protogènes ont même orientation que ceux du granite encaissant ; la schistosité primitive est du même ordre pour le granite et les ségrégations. — La grande dimension des xénolithes est disposée parallèlement à l'orientation des éléments granitiques, mais leur foliation est transversale : cette foliation est moins marquée que celle des granites encaissants. Les xénolithes sont fréquemment craquelés et leurs fissures injectées de granite. Au contact des xénolithes, le granite prend volontiers le faciès gneissique (le fait est exceptionnel, au contact des ségrégations protogènes, si le granite n'est pas déjà gneissique dans le reste de sa masse). Une variation appréciable s'observe également dans la composition minéralogique de l'auréole ignée des xénolithes ; des échanges actifs de substance (effet Bowen-Andersen) se produisent entre l'enclave et la roche éruptive (voir, à ce propos : N. L. Bowen, The évolution of the igneous rocks, 1928, p. 175 à 223).

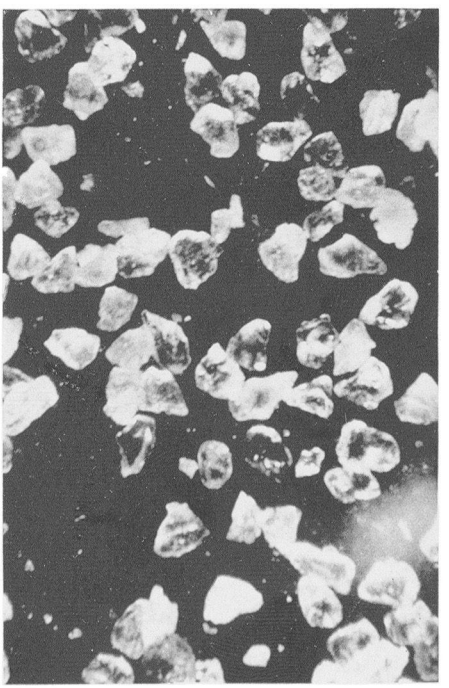
Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC



1
Minéraux lourds



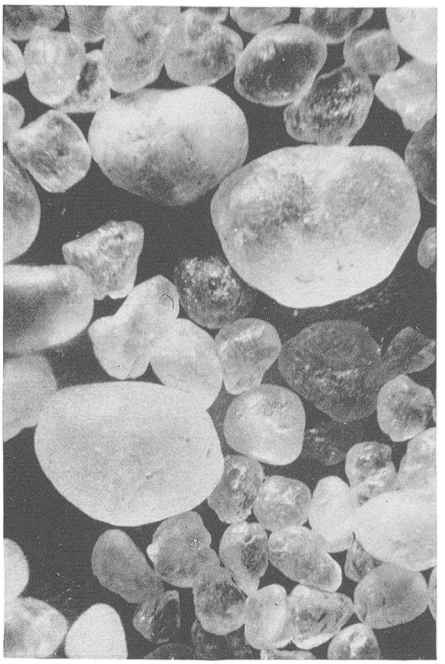
2



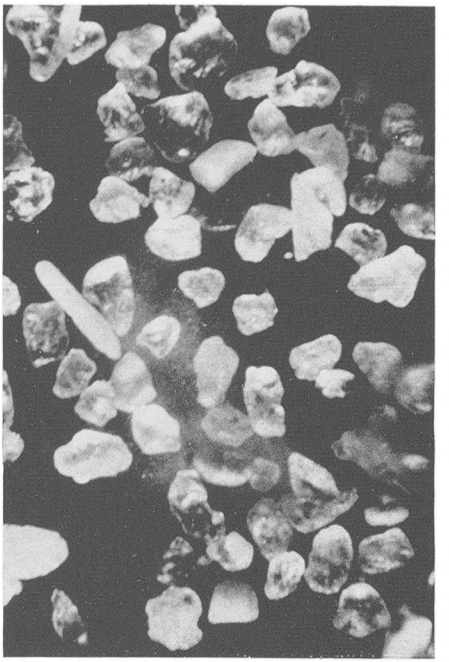
3

Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

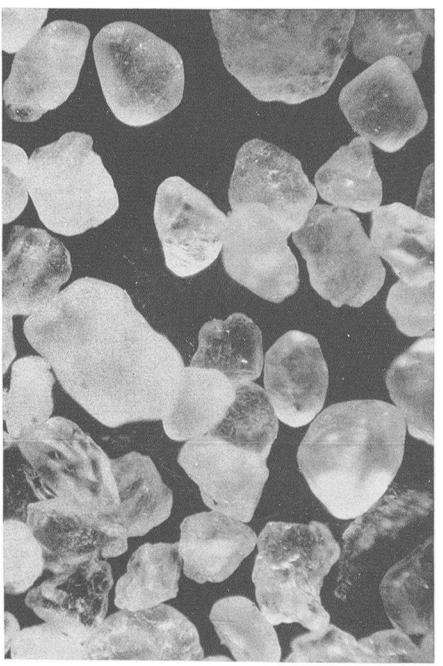
Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC



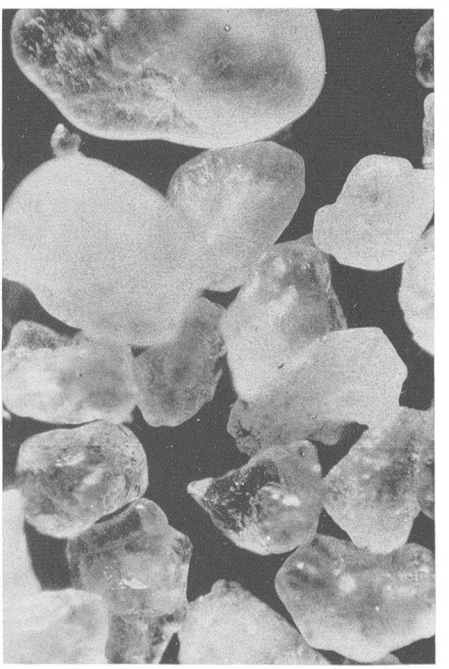
1



2



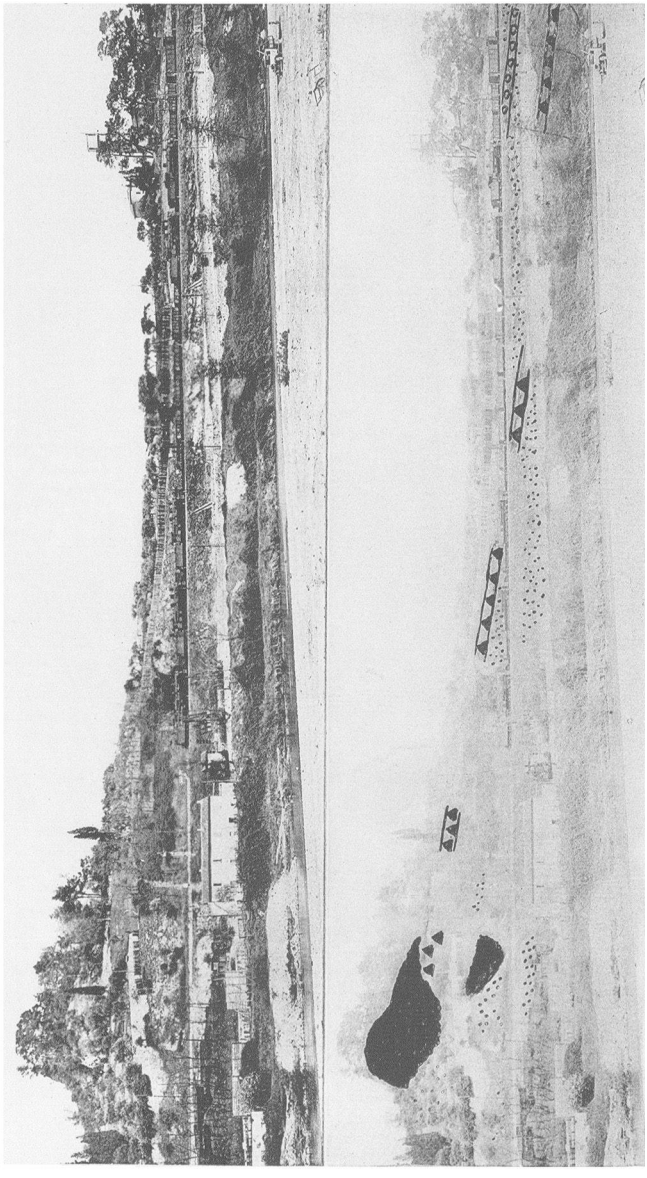
3

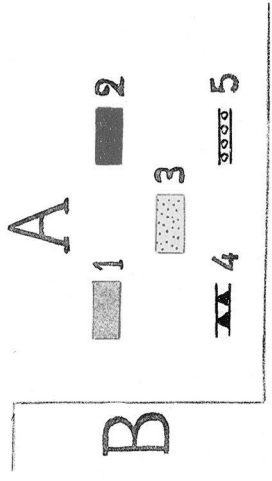


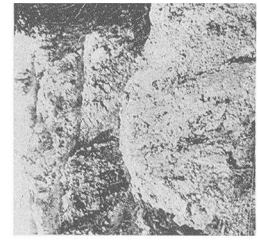
4

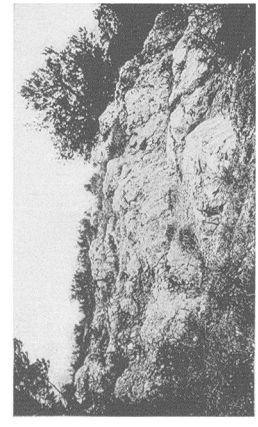
Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Bull. Soc. Géol. de France S. 5 ; t. VII ; pl. XIII



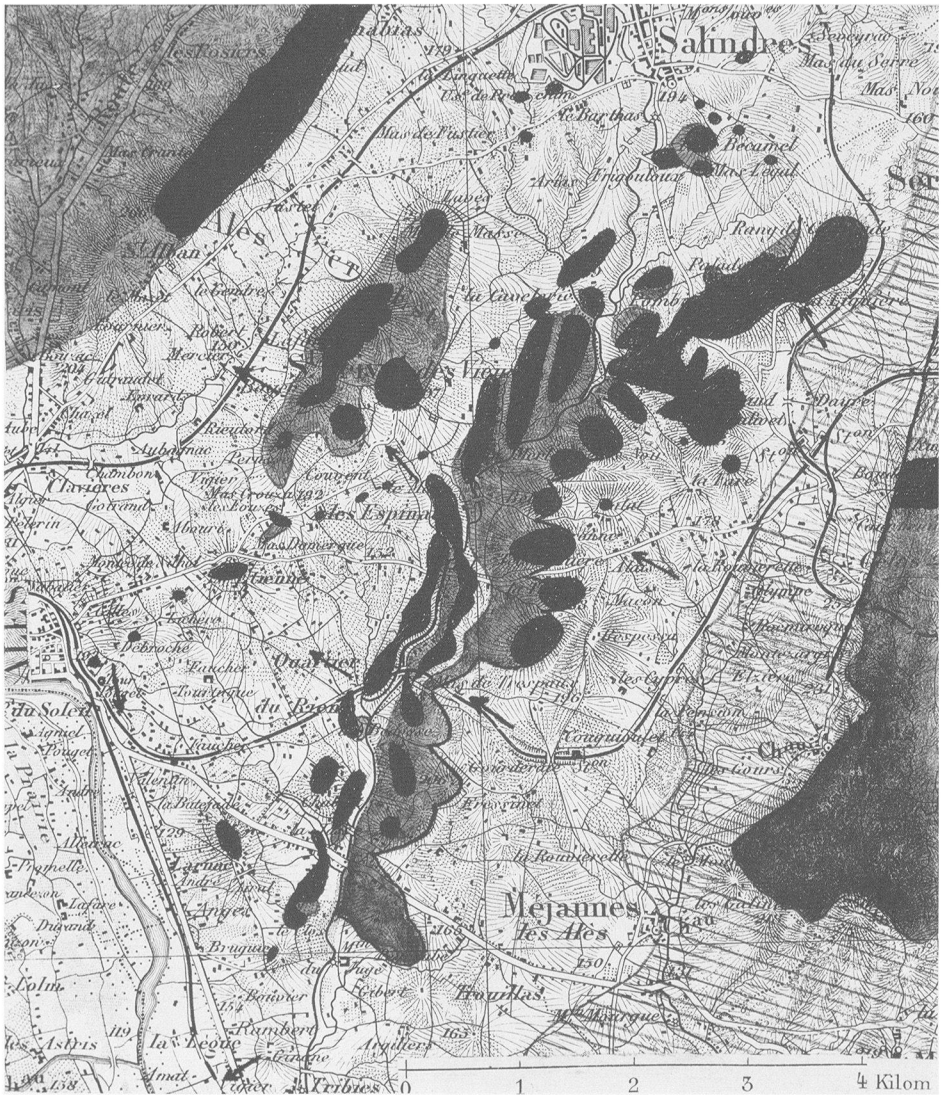






Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

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



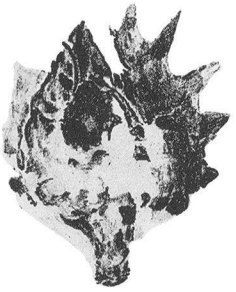
AFFLEUREMENTS CRETACIQUES DE LA PLAINE D'ALÈS

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

Bull. Soc. Géol. de France S. 5 ; t. VII ; pl. XV

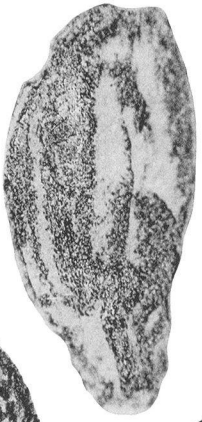
1

7

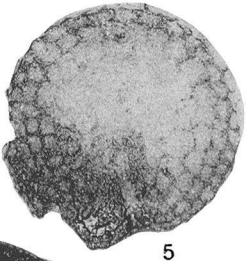


3

2

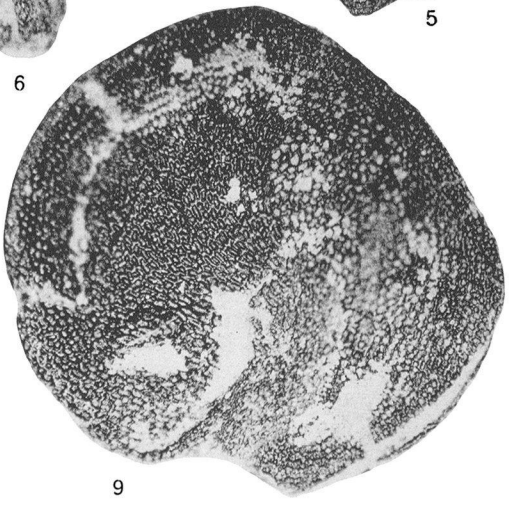


6

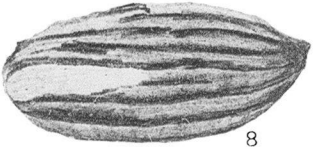


5

4



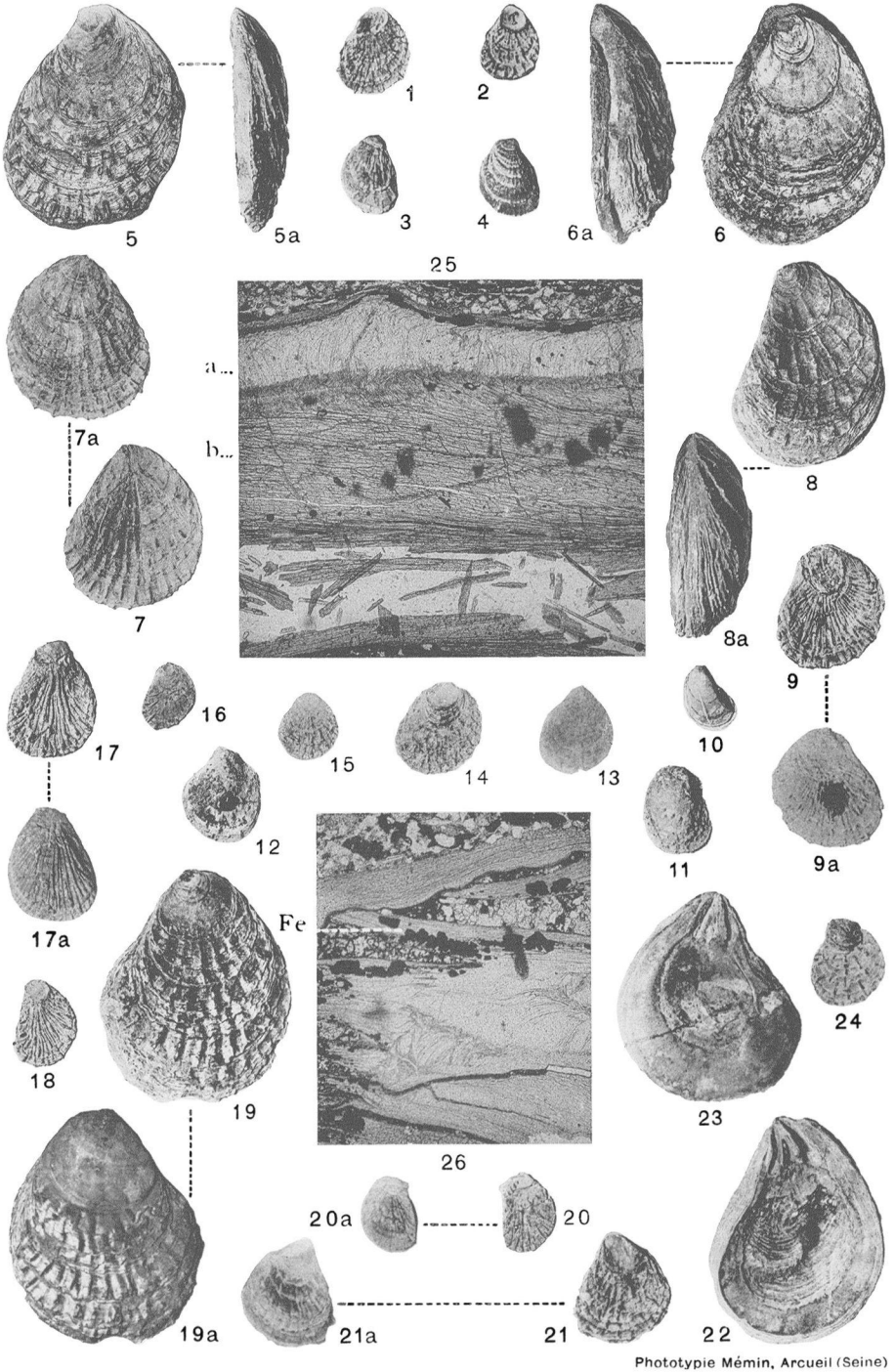
9



8

Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

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



Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

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

d'éléments fémiques. Il s'agit d'une coupole adventive, de structure anticlinale.

Trois xénolithes de *para*gneiss mélanocrates s'encastrent dans cette coupole. Ils sont formés de gneiss amphibolo-biotitique zonaire, de granulation moyenne et de foliation serrée. Exempte de muscovite, la roche est légèrement graphitique et semée de petits agrégats fibro-radiés de sillimanite. La biotite ambrée, d'origine métamorphique, domine. Le granite rosé encaissant s'injecte lit-à-lit (ondulations ptygmatiques locales) dans la masse de ces xénolithes.

L'enclave nord est orientée NS. Plus volumineux, le xénolithe médian a près de 10 m. de long ; son grand axe et sa foliation gneissique sont dirigés : D = N 40° E ; i = NW 60°. Esquille allongée, l'enclave sud est disposée : D = N 80° W, et la plongée de sa foliation gneissique : SW 50°.

Au voisinage de ces enclaves, les éléments du granite rosé montrent une orientation aberrante. Les contours des filets biotitiques épousent la forme des enclaves (D = N 40° E), mais leur inclinaison (N 20°-25° W) est un peu moins élevée que celle de la foliation gneissique des xénolithes. Comme l'enclave médiane est oblongue, sa foliation gneissique vient buter, à ses extrémités, contre celle du granite rosé encaissant.

De minces fuseaux felsitiques et feldspathisés, de même orientation que l'enclave médiane (D = N 40° E), s'observent dans le granite rosé. Ils correspondent, vraisemblablement aussi, à des fragments sédimentaires résorbés.

Les observations, que nous venons de relater, soulignent le caractère *intrusif* du granite rosé. A la bordure méridionale du dôme Bato I, des aplites claires et des porphyres quartzifères de même composition que le granite rosé, développent dans ce granite des extravasions, en filons et amas.

En contre-bas du sommet Bato I, les puits de prospection ont mis à jour un lambeau *loubilashien*. Il s'agit du conglomérat B_0 de V. Babet [1], que ce géologue signale en A. E. F., sur la rive gauche de la Boumbe I. La coupe des terrains recoupés par les puits est la suivante :

1. Terre arable	0 m. 15
2. Argile sableuse	0 m. 65
3. Sable arénacé	0 m. 55
4. Conglomérat B_0	1 m. 45
5. Granite rosé.	

1. V. Babet. Sur les grès horizontaux de la Haute-Sangha, A. E. F., *Bull. Société géologique de France*. 5e série, tome V, 1935, p. 45.

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

B) Le village de Mama est dominé, au NW, par une colline pelée, où affleurent des granites leucocrates — variations pétrographiques du granite rosé de Bato et des porphyres quartzifères correspondants. La biotite est peu abondante et très inégalement répartie. Dans certains types une structure fluidale, marquée par les traînées sinueuses de biotite, attire l'attention. Ailleurs, le quartz s'aligne en bandes étroites, dans les plages de feldspath rosé. En d'autres endroits, le granite rosé devient porphyroïde. Ces variétés granitiques passent de l'une à l'autre, de façon graduelle ; elles correspondent, semble-t-il, aux modalités différentes de la cristallisation, non à des intrusions étagées.

Les éléments fémiques de ces granites sont orientés : D = N 50° W ; i = N-E 30°. Des filons minces, de même orientation, s'intercalent dans le granite rosé ; plus acides, ils sont privés de biotite et plus largement cristallisés.

A 300 m. du Nord du sommet Mama, le granite rosé forme un petit dôme aplati, d'une centaine de mètres de largeur. Des filonnets de granite rosé *porphyroïde* (D = E-O), aux éléments assez volumineux mais non orientés, et des filets de quartz vitreux, y recoupent le granite rosé normal. Des enclaves *para*-gneissiques, identiques à celles du sommet Bato I, mais moins étendues, s'y rencontrent également. Pour une même enclave, les bandes individuelles du gneiss sont nettement dessinées, ou seulement visibles à la loupe. Le fait semble indiquer une redistribution inégale des constituants du xénolithe : une certaine différenciation, suivie de liquation, accompagne ici l'action, exomorphe et endomorphe, du granite encaissant sur la substance du xénolithe.

A 4 km. au Nord du village de Mama, entre les ruisseaux Nakindi et Libale, les granites gneissiques amphibolo-biotitiques réapparaissent. Leurs éléments sont orientés : D= N 45° W ; = N-E 35°. Ils sont localement porphyroïdes et renferment des enclaves de paragneiss mélanocrates. Dans l'un des blocs affleurants, se voit une amande pegmatoïde (3 m. × 0 m. 70), composée de gros cristaux de biotite, amphibole et feldspath rosé ; très peu de quartz, un peu de sillimanite et de sphène. Aucune autre lentille de l'espèce n'a été observée dans la région. Il ne s'agit ni d'une intrusion pegmatitique postérieure au granite lui-même (la lentille est isolée), ni d'un résidu magmatique cristallisé *in situ* (présence de sillimanite ; foliation du granite contournant l'enclave). Nous croyons plutôt à l'assimilation avancée d'un petit xénolithe, suivie de la lente recristallisation de sa masse. Ce serait une application instructive des vues de N. L. Bowen.

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

En résumé, la zone Mama est caractérisée par une *intrusion* importante de granite *rosé*, aux éléments orientés : D = N 45° W ; i = N-E 30°. De nombreux xénolithes, granitiques et paragneissiques, s'y trouvent enclavés.

IV. — ZONE MAMA-DOUSOUE

A) A la source de la rivière Bato, affleure un granite biotitique moucheté, aux grains relativement volumineux et grossièrement orientés. Les trois constituants principaux s'y rencontrent en proportions sensiblement égales. L'orientation des ségrégations fémiques protogènes est : D = N 70° W ; i = N-E 20°.

Une grosse enclave leptynitique a été repérée dans la masse de ce granite. Dans cette roche, blanchâtre et légèrement feuilletée, de minces filets de biotite soulignent la foliation gneissique ; elle ne renferme pas de grenats, mais assez bien de rutile, un peu de magnétite et des amas glanduleux de feldspath. Des agrégats rosés, formés de cristaux aplatis, répartis en éventail et fort séricitisés, se logent entre les feuillets (? andalousite).

Vers la source de la Ligara, le granite moucheté de la Bato cède le pas à un granite amphibolo-biotitique, de faciès gneissique (D = N 60° W ; i = N-E 35°), semé de phénocristaux de feldspath blanchâtre.

De petites collines dénudées bordent la rive droite de la Mosambilo. On y rencontre un granite gneissique et glanduleux (D = E-W ; i = N 40°). En certains points, des veinules et amandes de granite rosé se logent entre les feuillets du granite gneissique. Ailleurs s'observe une injection lit-à-lit du granite, par les produits de segmentation acide du granite rosé. Ces derniers renferment des ségrégations de biotite autour de noyaux feldspathiques, et de petits amas de tourmaline noire qu'accompagne un peu de muscovite.

En bordure de la Libili, au Nord de la piste, pointe un petit dôme d'orthogneiss œillés et glanduleux (amandes de feldspath et de quartz). La foliation gneissique est orientée : D = N 70° E ; i = N 30°. De composition plus basique que les gneiss de la Mosambilo, ces roches renferment des xénolithes de paragneiss fort biotitiques et de foliation serrée. Certaines enclaves de ce type sont entourées d'une auréole de réaction, de structure nébulitique.

B) Le sentier, menant de Dousoue (Cameroun) à Nofou (A. E. F.), côtoie plusieurs petits dômes granitiques. Le premier

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

de ces dômes (100 m. × 150 m.) se trouve sur la rive droite de la Bilokokembe ; il est formé de granite rosé, faiblement micacé ou privé de mica noir. La roche est zonée : de longs fuseaux de quartz vitreux, aplatis et parallèles, se détachent sur les plages de feldspath chair. Les filets de biotite, les rares ségrégations fémiques observées, les bandes de quartz sont orientées : D = N 30°-40° W ; i = N-E 20°. Des affleurements de la même roche, ou des variations pétrographiques de cette dernière (biotite plus ou moins abondante ; grains plus ou moins volumineux) se rencontrent aussi sur les rives de la Kwale et de la Goue.

La Goue est dominée, à l'Est, par le dôme granitique de Yanjo, dont le grand axe s'oriente S-W à N-E. Ici, la roche est à nu, sur un espace de 400 m. × 250 m.

Dans la partie orientale de la colline Yanjo, domine le granite *rosé*, peu biotitique, signalé sur les rives de la Bilokokembe. La foliation, assez serrée, est dirigée : D = N 10° W ; i = N-E 20°-30° ; ce granite présente un faciès broyé suivant certaines bandes allongées, de même orientation mais de plongée plus accentuée (35°-45°). Le faciès est tout différent, dans la partie occidentale du dôme : grains plus volumineux, biotite plus abondante et volontiers ségrégée, foliation moins nette et plus large, apparition locale de la structure porphyroïde. On mesure : D = N 10° E ; i = S-E 15°-20°. Le contact des deux roches n'est pas de nature intrusive.

Des filonnets de granite *pegmatoïde*, *non gneissique*, sensiblement normaux à la foliation du granite rosé (D = E-W ; i = S 40°), et des filets ou amas de quartz vitreux, sillonnent l'affleurement. On y voit aussi des filonnets transversaux (45°) d'un porphyre quartzifère rosé. La puissance de ces filons *intrusifs* ne dépasse pas 30 centimètres.

C) Le dôme de la Mobogue (100 m. × 100 m. environ), au Nord de Dousoue, est de granite biotitique porphyroïde. Quelques ségrégations feldspathiques protogènes, de petits zircons bruns et un peu de pyrite, se voient dans ce granite. La foliation gneissique et de minces zones broyées, aux parois striées, inégalement réparties sont orientées : D = N 70° E ; i = N-W 30°. La masse est recoupée par des fissures subverticales et ouvertes (D = N 20° W, et N 70° W), formant avec la foliation du granite un angle de 40° et 90° (chiffres suggestifs : ellipsoïde de tension).

En bordure de la Kapie, à 7 km. au NW de Dousoue, apparaissent quelques pointements (30 m. × 10 m.) de granite amphibolo-biotitique porphyroïde, légèrement pyriteux. Des xénolithes

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

fusiformes, formés de gneiss basiques, sont noyés dans le granite et injecté par lui. Les constituants des granites s'orientent : D = N 70° E ; i = N-W 20°. Le nombre et le volume des phénocristaux de feldspath croissent, semble-t-il, au voisinage des enclaves xénolithiques.

V. — ZONE DOUSOUE-DJIDA-KOKOU

Cette région est arrosée par les rivières Bil, Souweï et Kwale.

Au croisement de la piste Batouri-Garoua et de la route automobile Batouri-Gamboula, affleurent des granites biotitiques, faiblement amphiboliques, qu'injectent des granites rosés de faciès acide. La composition du granite amphibolo-biotitique est peu constante ; les nids biotitiques grenatifères, qu'on y observe semblent indiquer une contamination par des enclaves xénolithiques totalement résorbées.

De Djida au village Nguemo-Kenzou, les affleurements sont plutôt rares et le sol superficiel uniformément latéritisé. On rencontre quelques pointements de gneiss granitoïde mésocrate (? paragneiss), de leptynite injectée de granite rosé, de granite amphibolo-biotitique, gneissique et équigranulaire.

A hauteur du village Nguemo-Kenzou, s'élève le dôme de Kokou (350 m. × 100 m.). Ici affleurent des granites biotitiques glanduleux (amandes feldspathiques), de foliation serrée. La foliation gneissique, qu'accentuent les nids feldspathiques, est orientée : D = N-S ; i = 15° W, dans la partie méridionale du dôme, et D = N 70° E ; i = S 20°, dans la partie orientale. Le dôme Kokou localise donc une virgation. Des cassures, qu'occupe une aplite *gneissique*, disloquent le granite gneissique (D = N 70° Est).

CONCLUSIONS

1. Dans la zone décrite, la séquence des faits géologiques, marquée par les relations *intrusives*, est la suivante :

Un bâti sédimentaire primitif, formé de paragneiss et de leptynites, est injecté par des granites de divers types, auxquels il fournit des enclaves xénolithiques. L'âge de cette série, sédimentaire et catamorphique, est indécis : le passage à des formations moins évoluées n'a pas été observé.

L'*intrusion* granitique, la plus ancienne en date, est celle des granites amphiboliques (granite I) gneissiques, œillés ou glan-

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

duleux, localement porphyroïdes. Viennent ensuite les granites biotitiques (granites II), gneissiques dans la majeure partie de leur masse, intrusifs dans les granites I. Ils sont injectés, à leur tour, par la série polymorphe des granites rosés (granites III), *occasionnellement* gneissiques. Des schizolites *acides*, dérivés des granites III, aux éléments *non orientés*, terminent la série ignée régionale.

2. On notera l'absence, dans la zone étudiée, de roches basiques, de filons de pegmatite et de roches muscovitiques.

3. Les structures, observées dans les granites régionaux, sont les suivantes :

a) la structure *granitoïde*, hypidiomorphe ;

b) la structure *porphyroïde*, que caractérisent des phénocristaux de feldspath noyés dans une masse phanéritique et hypidiomorphe.

c) la structure *orientée* : orientation des feldspaths suivant leur direction d'allongement — (001), (010) —, des paillettes de mica, des ségrégations protogènes acides et basiques ;

d) la structure *gneissique* : aux particularités du type (*c*), s'ajoute un caractère schistoïde, plus ou moins accusé ;

e) la structure *rubanée*, onduleuse, fluidale : le feldspath et le quartz s'individualisent en filets distincts, et le mica s'isole, en paillettes ou petits amas, entre ces filets. Ou bien, les filets leucocrates et lamprophyriques alternent, ces derniers moins épais et discontinus. L'orientation des phénocristaux de feldsphath confère à la roche, à l'échelle macroscopique, une structure pseudotrachytique ;

f) la structure *fibreuse* (Flasergranit), observée dans certaines zones injectées des granites I.

4. La coordination des données acquises, sur l'orientation et la plongée des structures orientées, montre la prédominance *locale* des orientations conjuguées N-E et N-W.

La zone Mama-Yanjo, d'orientation N-W, est encadrée de zones où dominent les orientations N-E. Elle localise le croisement de deux rides granitiques orthogonales. Dans cette zone, à la bordure occidentale d'un synclinal granitique arqué, apparaissent la plupart des xénolithes décrits. L'injection des granites rosés (granites III et derniers) y présente son maximum d'extension.

On notera la faible plongée de la foliation gneissique.

5. Deux faits observés semblent, à première vue, contradictoires :

a) la pénurie relative des roches de segmentation, et la faible puissance des filons qu'elles forment ;

b) l'abondance des enclaves xénolithiques, dans la même région.

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

L'abondance d'enclaves xénolithiques, arrachées à la couverture sédimentaire, semble impliquer le voisinage du « plafond » de l'intrusion batholitique. Dans cette partie de la « coiffe » du batholite, les filons sont, d'habitude, et très nombreux et de composition variée. La contradiction, toutefois, n'est qu'apparente. De fait, les xénolithes ont pu, par gravité, s'enfoncer dans le bain igné. Les caractères de nos xénolithes, leur faciès migmatitique prononcé, leurs faibles dimensions relatives, tendent à le prouver. La surface actuelle du sol correspond ici, selon nous, à une section du batholite granitique, relativement éloignée du plafond de l'intrusion ignée.

6. Les granites formant dôme sont des granites *intrusifs*. Aussi estimons-nous illégitime, pour la région qui nous occupe, la distinction en « dômes granitiques » et « granites intrusifs », telle que l'expose la notice de la carte géologique du Cameroun [1].

1. G. Haugot. Notice de la carte géologique n° 2 du Cameroun, Douala, 1935, page 2.

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

Diorite a épidote provenant de la zone a enclaves basiques de la Charpoua (Massif du Mont-Blanc)

par **Paul Corbin** et **Nicolas Oulianoff** [1].

Planches XVII, XVIII et XIX.

La notice explicative, qui accompagne la feuille de Talèfre (1) de notre Carte Géologique du Massif du Mont-Blanc, mentionne brièvement (pages 9-10) une importante zone d'enclaves dans le granite du rognon qui émerge du glacier de la Charpoua (versant ouest du massif de l'Aiguille Verte).

Il nous paraît intéressant de donner une description plus détaillée de cette région.

Au point de vue tectonique, la région de la Charpoua est semblable aux autres zones d'enclaves qui se trouvent dans le noyau granitique du massif du Mont-Blanc. Mais elle s'en distingue sensiblement par ses caractères lithologiques.

En parlant de ces enclaves (2), nous avons montré que leur composition minéralogique actuelle correspond, dans ses grandes lignes, à la composition chimique qui est aussi celle du granite.

Il en résulte que le granite englobant ces enclaves ne présente que rarement des variations spéciales dans sa composition minéralogique. Les enclaves fondues, ou les enclaves assimilées par le magma, n'ont influencé que fort peu le chimisme général du granite. Parfois l'auréole du granite autour des enclaves est plus riche en quartz. Dans d'autres cas, la proportion plus élevée que d'habitude de biotite prolonge dans le granite par une sorte d'ombre estompée la périphérie d'une enclave, riche, elle même, en éléments ferro-magnésiens. Presque partout, dans le noyau granitique du Mont-Blanc, les enclaves montrent une composition assez uniforme, mais la région de la Charpoua constitue une exception.

Le massif de l'Aiguille Verte, envoie vers le Sud-Ouest, une longue arête que jalonnent les sommets du Cardinal, de l'Évêque, de la Nonne et du Moine (voir fig. 1, planche XVII).

1. Note présentée à la séance du 8 novembre 1937.

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

Une autre arête s'étend de l'Aiguille Verte vers l'Ouest. Elle est jalonnée par le Pic-sans-Nom et l'Aiguille du Dru. Une profonde dépression, entre ces deux arêtes aiguës, est occupée par le glacier de la Charpoua, qui se termine par deux langues : l'une, courte, s'arrête à l'altitude de 2.680 m., en s'enfouissant sous un dépôt morainique considérable, tandis que l'autre descend jusqu'à 2.380 m., d'où le matériel morainique, ainsi que les blocs de glace (les séracs) glissent sur la paroi rocheuse qui domine la Mer de Glace.

Ces deux langues du glacier de la Charpoua sont séparées par un rognon à parois abruptes. La base du rognon est recouverte, à 2.520 m., d'une puissante moraine. On peut atteindre, en suivant ce rognon, l'altitude de 3.000 m. point de partage du glacier en deux langues.

Le rognon lui-même est fortement raboté, poli par le glacier qui le recouvrait autrefois entièrement, grâce à quoi on y trouve des surfaces favorables à l'examen des rapports entre les enclaves et le granite qui les englobe.

Pour atteindre le rognon de la Charpoua, on s'élève, après avoir quitté la Mer de Glace, par la moraine gauche de la langue droite, jusqu'à l'altitude de 2.700 m., après quoi on s'engage sur le rocher poli par le glacier. On s'y trouve alors immédiatement dans une zone à enclaves.

L'escalade ne doit pas se faire tout droit, suivant la ligne de plus grande pente, mais en biais, vers la gauche ; on atteint ainsi une zone où la roche est schistosée. Une dépression suit cette nouvelle zone d'orientation NE : on l'utilise pour continuer l'escalade.

Ces schistes constituent une zone de mylonitisation intense. La roche principale qui a subi l'écrasement est un granite à gros feldspaths (orthose et microcline) et à biotite. On peut observer tous les stades de transformation de ce granite, plus ou moins sain, en une « purée parfaite », dans laquelle les éléments minéralogiques initiaux du granite ne sont plus reconnaissables. La structure lenticulaire de cette zone est aussi très caractéristique : au milieu d'une purée schistosée nagent des lentilles de granite. Il n'y a pas lieu de s'étonner de leur orientation uniforme, ni du parallélisme de leurs plans d'aplatissement au plan de la schistosité : la chose est conforme au mécanisme de la mylonitisation.

Mais les masses granitiques affectées par l'écrasement contiennent aussi des enclaves. La mylonite parfaite dérivant des enclaves est difficile à distinguer de celle de provenance pure-

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

ment granitique. On reconnaît la présence des enclaves dans les seuls cas où elles ont été peu touchées par la déformation mécanique. Elles nagent alors dans la mylonite tout en ayant l'orientation caractérisée des zones d'écrasement alpines, c'est-à-dire nord-est. Il y a là un danger pour l'observateur qui parcourrait trop rapidement cette région. En effet, l'orientation nord-est, dans la mylonite, des lentilles à caractère lithologique des enclaves pourrait être prise pour l'orientation primitive de ces dernières.

Une analyse détaillée des relations qui existent entre la zone à enclaves dans le granite et la zone de mylonitisation alpine est indispensable.

Il faut quitter la zone d'écrasement, dans le but d'examiner les réactions mutuelles qui se sont produites entre le magma granitique et les roches sédimentaires, dont on voit encore quelques vestiges, sous forme d'enclaves. Il faut donc choisir les aires où les roches ont le moins souffert des événements géologiques de la dernière orogénèse.

L'expression de « magma granitique », employée tout à l'heure, doit être expliquée afin de rendre plus clair l'exposé qui va suivre.

La question du granite du Mont-Blanc a été traitée plusieurs fois dans nos publications antérieures. Il y a été montré que le granite (la « protogine ») du Mont-Blanc n'est pas une roche homogène. Il s'agit en réalité de divers faciès de roches granitiques au sein même du noyau granitique central. L'existence de nombreuses enclaves de cornéennes micacées, formant des zones à orientation nettement déterminées, donne la clef du problème du granite de ce massif.

Les alignements d'enclaves indiquent les fonds des anciens synclinaux. Le granite est caractérisé ici par une orientation, bien marquée, des gros cristaux de feldspath, ce qui leur donne l'aspect presque gneissique. Dans les zones anticlinales, le faciès granitique est plus franc.

Nous laissons de côté la discussion de la question générale concernant l'origine du granite (provenance du magma granitique monté d'un foyer profond ou formation de ce magma même sur place, par fusion des roches appartenant à la partie supérieure de la croûte terrestre). Dans tous les cas, les roches de la couverture (roches sédimentaires, schistes cristallins) ont largement contribué à modifier localement le granite du Mont-Blanc.

Ainsi l'expression « magma granitique » ne correspond nulle-

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

ment, dans ce cas, à une composition rigoureusement définie au point de vue chimique.

Les analyses chimiques faites par L. Duparc et L. Mrazec (3) montrent aussi que le granite du Mont-Blanc comprend de nombreuses variétés. D'après leurs 19 analyses, la proportion de SiO_2 varie entre 62,10 % et 76,62 %. Al_2O_3 entre 12,89 % et 18,02 %. CaO entre 0,50 % et 2,50 %. MgO entre 0,20 % et 1,20 %. K_2O entre 2,85 % et 6,13 %. Na_2O entre 3,02 % et 6,51 %.

Duparc a calculé la moyenne de ces 19 analyses. A vrai dire, c'est un procédé trop mécanique pour donner une idée générale sur la composition du granite d'un massif aussi grand que le Mont-Blanc. La structure tectonique est la cause essentielle des changements dans la composition du granite : on ne peut pas mettre sur le même pied les granites des anciens anticlinaux et des anciens synclinaux.

La composition minéralogique (et chimique) des cornéennes n'est pas non plus identique dans tout le massif du Mont-Blanc. Elle dépend de deux facteurs essentiels : la nature lithologique des anciens sédiments recristallisés et les poussées orogéniques qui ont exposé les roches sédimentaires à l'influence plus ou moins active du magma granitique.

Revenons au rognon de la Charpoua.

La zone d'écrasement qui traverse le rognon ne présente pas d'intérêt pour nous en ce moment. Elle est plutôt même gênante, car ainsi qu'il a été indiqué plus haut, elle défigure l'aspect initial des relations qui existaient entre les enclaves et la roche encaissante.

Les roches des aires saines sont à grouper en trois catégories : 1° granite, 2° enclaves, 3° roches éruptives basiques enveloppant les enclaves.

Le *granite* avec ses gros cristaux de feldspath et abondance de quartz est particulièrement sensible à l'influence de la pression produite pendant le plissement alpin. Les échantillons du granite, pris dans les zones d'apparence tout à fait saine, montrent néanmoins de nombreux signes d'écrasement, spécialement sous le microscope.

Le *quartz* est presque toujours recristallisé en fine mosaïque ; s'il reste encore quelques plages un peu plus grandes, leur extension entre les nicols croisés est ondulante. Les grands cristaux d'orthose sont souvent cassés et recollés par une mosaïque de petits grains de quartz. Quant aux *plagioclases*, ils sont presque toujours altérés, saussuritisés, remplacés par une fine

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

pâte d'épidote-zoïsite, de séricite, de quartz et d'albite. La *biotite* n'est pas abondante. Elle est de couleur vert-olive, mais cependant, le plus fréquemment chloritisée.

En proportion très faible s'ajoutent encore aux minéraux cités plus haut : la *muscovite*, le *zircon* en cristaux bien formés, l'*orthite* entouré presque toujours de couronnes de petits cristaux d'*épidote*, l'*apatite*, l'*ilménite*. Tous ces minéraux sont de la catégorie dite accessoire. Mais il est à remarquer que le zircon et l'orthite se trouvent dans presque chaque coupe mince. Leur présence devient ainsi caractéristique du granite de cette région.

A l'autre bout de la série des roches en question se trouvent celles des enclaves. La structure de ces roches, leur composition minéralogique, ainsi que le rapport des enclaves aux roches encaissantes prouvent indubitablement leur origine étrangère. Il ne s'agit pas ici de ségrégations magmatiques. La parenté de ces roches aux schistes cristallins que l'on connaît dans la couverture cristallophyllienne du granite, permet de conclure à leur origine sédimentaire.

Il est évident que toutes les enclaves ont subi l'influence métamorphisante du magma granitique. La chaleur dégagée par le magma a été probablement le facteur le plus important. Aussi les roches de toutes les enclaves ont été recristallisées et transformées en cornéennes. C'est un trait essentiel et général.

Un autre caractère commun de ces enclaves est leur structure parallèle. Nous évitons expressément le terme *schistosité*, celui-ci impliquant trop l'idée de l'interventien de forces mécaniques qui défigurent ou masquent totalement la structure parallèle caractéristique des roches sédimentaires, c'est-à-dire la *stratification*.

Dans certains cas, l'examen des roches des enclaves ne permet pas de trancher entre la schistosité mécanique et la stratification. Mais le plus souvent on n'hésite pas à attribuer à l'effet de la stratification originelle la structure parallèle des cornéennes. Tels sont les cas où l'on voit, par exemple, l'alternance des lits parallèles d'épidote et de quartz.

La composition minéralogique de ces cornéennes est à peu près identique dans toutes les enclaves de la Charpoua. On a affaire aux cinq éléments essentiels : *feldspath*, *quartz*, *mica*, *amphibole* et *épidote*.

Voici les caractères particuliers de ces minéraux propres aux cornéennes de la Charpoua.

Le feldspath se présente sous deux espèces : *plagioclase acide* et *microcline*. Les *plagioclases* sont toujours fortement altérés,

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

saussuritisés, difficilement reconnaissables et exigent beaucoup de soin pour mener à bien leur détermination. Cette dernière a été faite sur la platine universelle de Fedoroff. La composition centésimale (en albite -*Ab*- et en anorthite -An-) des plagioclases varie entre Ab_{70} An_{30} et Ab_{59} et An_{41} ; ils appartiennent donc à la série oligoclase-andésine. Les dimensions des cristaux de plagioclases sont variables et leur diamètre peut atteindre 5 mm. et plus.

Le *microcline* appartient visiblement à une génération plus jeune que les plagioclases. Il est très frais, en grains petits, sans contours nets, fondant dans la masse qui les englobe. La structure à deux systèmes de mâcles croisés est fréquente, mais pas générale. Visiblement cette structure est caractéristique des cristaux déjà volumineux. Dans les petits cristaux elle n'est souvent qu'à l'état embryonnaire. On remarque aussi, çà et là, la présence de cristaux de microcline lardés de filaments d'albite (structure perthitique). de même que la pénétration de quelques feldspaths (microcline et plagioclase) par le quartz pegmatitique (micropegmatite) ou granophyrique.

Le *quartz* est disséminé, en petits grains, dans toute la roche. Ils s'alignent aussi en lits orientés. Mais en dehors de ces grains, qui sont de dimensions à peu près constantes, le quartz se présente aussi sous forme de grandes plages. La description et la discussion de ces formations particulières est réservée pour une note ultérieure.

Le *mica*, appartenant à la catégorie des minéraux essentiels, est toujours une *biotite*. Par contre, les petites paillettes de mica blanc (séricite) proviennent de l'altération des plagioclases. Les plages de biotite n'ont pas de formes caractéristiques. La biotite est sensiblement attaquée par l'altération : chloritisation, séparation du fer, formation abondante d'inclusions de rutile aciculaire groupées en assemblages hexagonaux.

L'*amphibole* est une *hornblende commune*. Comme particularité optique il convient de mentionner que le pléochroïsme de cette hornblende est faible et que sa couleur est pâle. Cette dernière vire au bleu, ce qui fait supposer que la hornblende est légèrement sodique. Disséminée plus ou moins uniformément dans toute la masse de la cornéenne, l'amphibole souligne la structure schisteuse de la roche. Çà et là, il se forme des accumulations de petits cristaux de hornblende enchevêtrés avec les paillettes de la biotite. Le quartz et le feldspath manquent alors dans ses accumulations.

L'*épidote* est représentée abondamment. Il ne s'agit pas de

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

minuscules cristaux d'épidote comme on le voit dans les feldspaths saussuritisés, mais d'épidote, en grains volumineux, faisant partie de la masse essentielle de la roche au même titre de minéral constructeur que la biotite, la hornblende, pour ne citer que les éléments foncés. A l'épidote ordinaire s'ajoute aussi, mais rarement, l'orthite de couleur brun-rouge foncé, fortement pléochroïque. Presque toujours on voit cette association de ces deux minéraux isomorphes, l'orthite au centre, et l'épidote formant une couronne.

Les minéraux accessoires ne sont pas nombreux. En premier lieu, il faut citer le *sphène* qui se retrouve presque dans toutes les coupes minces, en petits grains fusiformes associés parfois (rarement) au *fer titané* (ilménite). Le *zircon* se voit également partout, mais en petite quantité et en tous petits grains. On a aussi constaté la présence de quelques baguettes d'*apatite*. L'*orthite* a été déjà nommée plus haut avec l'épidote.

Les minéraux accidentels sont, dans les cornéennes, ceux qui proviennent de l'altération. Nous les avons déjà mentionnés. Ce sont : la chlorite et le groupe : zoïsite (en partie épidote), quartz, séricite et albite, se substituant aux plagioclases.

Voici les proportions centésimales dans lesquelles les minéraux essentiels participent à la construction de ces roches, en faisant abstraction des éléments accessoires et de ceux d'altérations.

	Plagioclase	Feldspaths en général	Microline	Quartz	Biotite	Hornblende	Épidote
1.	35		5	20	20	7	13
2.	15		15	20	8	30	12
3.		50		10		20	20
4.	30		10	20	10	20	10
5.		30		40	10		20

Les plagioclases varient — par leur composition — d'un échantillon à l'autre, mais comme indiqué plus haut, ils restent, en moyenne, dans la série : oligoclase-andésine.

On constate sur le terrain que les enclaves sont distribuées de trois manières différentes :

1) Les enclaves nagent isolées dans le granite. La fig. 2 (planche XVII) représente ce cas. Il est visible que la température était encore assez basse. Aussi les réactions chimiques entre le granite et l'enclave ne sont-elles pas avancées.

2) Les enclaves sont nombreuses et de tailles différentes, comme le montre la fig. 3 (planche XVIII). Le magma qui les

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

englobe a été assez fluide ; le brassage de ce magma a émoussé les angles des enclaves qui parfois sont partiellement digérées par le magma.

3) Les enclaves sont très nombreuses, mais de petite taille, ne mesurant que de 2 à 10 cm. Ce cas est visible sur la fig. 4 (planche XVIII). Nous n'avons plus ici que les restes des enclaves qui ont été presque entièrement absorbées par la réaction du magma ; elles ne sont même plus, par endroits, que des accumulations des éléments les plus basiques, les cornéennes. La roche dans laquelle flottent les enclaves, tout en ayant les caractères d'une roche éruptive (dioritique), résulte de la réaction réciproque du magma granitique et des cornéennes riches en chaux.

Les roches endomorphiques présentent des caractères différents, en rapport avec la diversité des proportions suivant lesquelles les enclaves participent à leur formation.

Laissons de côté le premier cas (enclaves isolées). Pour les deux autres, la région de la Charpoua fournit un matériel instructif du fait que les enclaves de cette région se distinguent par la forte proportion de chaux qu'elles contiennent.

Quand les enclaves sont nombreuses et presque entièrement digérées (3e cas décrit plus haut), le produit de l'endomorphisme a nettement le caractère dioritique. Les particularités des minéraux de ces diorites sont les suivantes :

Le plagioclase souvent saussuritisé est une *andésine*, dont la composition varie entre $Ab_{53}An_{47}$ et $Ab_{68}An_{32}$.

L'*orthose* et le *microcline* sont très frais, mais ils peuvent être absents.

L'*épidote* parfois assez abondante forme des auréoles autour des grains d'orthite. Cette dernière est assez rare, mais existe dans toutes les coupes minces.

Les proportions centésimales des minéraux varient considérablement.

	Quartz	Plag.	Orthose et Microline	Biotite	Hornblende	Épidote
1.	25	20	20	25	10	
2.	20	30		40	10	
3.	8	20		5	60	7

La première roche de ces trois exemples est à classer parmi les diorites. La seconde mérite plutôt la dénomination de granodiorite. Quant à la troisième, l'abondance de l'épidote est gênante. Cette épidote n'est pas secondaire : il ne s'agit pas de l'altération des plagioclases ; elle indique certainement que les

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

conditions physiques et chimiques (présence de l'eau) favorisaient la formation de l'épidote aux dépens des molécules de chaux qui se trouvaient dans les schistes cristallins digérés par le magma envahisseur.

Cette conclusion se précise encore à l'examen de la roche appartenant au milieu magmatique dans lequel flottent les grandes enclaves, comme le montre la photographie 3 (planche XVIII).

On y trouve deux espèces de roches de caractère franchement éruptif, c'est-à-dire ne portant aucune trace de stratification ou d'orientation des minéraux composant.

La première est composée de *feldspath*, de *quartz* et de *biotite*. Le feldspath est une *albite-oligoclase*. Sa composition $Ab_{92}An_8$ a été déterminée sur la platine de Fedoroff. Quelques grains de microcline s'y ajoutent. La *biotite* est littéralement pétrie d'inclusions de petits cristaux de *zircon*. Sur la bordure des plages de biotite, le zircon s'accumule en chapelets. Quelques cristaux de *sphène*, d'*orthite* et de *hornblende* complètent cet ensemble minéralogique. La proportion centésimale des minéraux essentiels est la suivante :

Plagioclase	Quartz	Biotite
25	15	60

La seconde espèce de roche éruptive qui englobe les enclaves contient également trois minéraux essentiels, le *plagioclase*, le *quartz* et l'*épidote* en proportions centésimales suivantes :

Plagioclase	Quartz	Épidote
50	15	35

Le plagioclase déterminé sur la platine de Fedoroff se révèle comme une *albite* répondant à la composition $Ab_{95}An_5$. Elle est *très légèrement* atteinte par l'altération, avec formation de zoïsite en petites gerbes et de minuscules paillettes de séricite.

Quant à l'épidote, elle se présente en masses compactes, où se développent librement de beaux cristaux, comme on peut le voir sur les photographies 5 et 6 (planche XIX). Cette association (quartz-plagioclase-épidote) est rare dans les roches éruptives. On peut comparer cette roche à celle décrite par A. Laitakari (4) sous le nom de helsinkite, qui est une roche éruptive composée d'albite et d'épidote, avec quartz et microcline. Nous préférons désigner notre roche plus simplement comme diorite à épidote. L'espèce que nous venons de décrire confirme l'opinion de Duparc (5) sur la possibilité de l'origine éruptive de l'épidote, opinion partagée aussi par F. Lœwinson-Lessing (6).

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

L'origine ignée de la roche provenant de la Charpoua est donc hors de doute. La formation secondaire de l'épidote est à exclure : la structure de la roche, reproduite par les photographies 5 et 6 est très probante sous ce rapport : le quartz est en blanc sur les photographies, le plagioclase en gris, l'épidote est foncée. On voit combien le contact des masses d'épidote et des cristaux de plagioclase est tranché. Par contre, l'épidote se développe librement dans la direction du quartz, c'est-à-dire de l'élément minéralogique qui cristallise le dernier dans les roches ignées.

Ainsi la région de la Charpoua présente une zone de basicité, exceptionnelle dans le massif granitique du Mont-Blanc et en outre, elle est particulièrement remarquable en raison de la présence d'une roche éruptive rare du fait de sa composition spéciale.

BIBLIOGRAPHIE

1. P. Corbin et N. Oulianoff. — Carte Géologique du massif du Mont-Blanc au 20.000e. Feuille « Talèfre » avec une notice explicative. 1935.

2. — Recherches tectoniques dans la partie centrale du massif du Mont-Blanc. *Bull. Soc. vaud. Sc. Nat.* (Lausanne). Vol. 56 (1926), p. 100, 8 fig.

3. L. Duparc et L. Mrazec. — Recherches géologiques et pétrographiques sur le massif du Mont-Blanc. *Mém. Soc. phys. et Hist. nat. de Genève*. Vol. 33, 1898.

4. A. Laitakari. — Einige Albitepidotgesteine von Südfinnland. *Bull. Comm. géol. de Finlande*, n° 51, 1918.

5. L. Duparc. — Sur l'origine de l'épidote dans certaines roches granitiques. *Bull. Soc. franç. de min.*, 45 (1922), p. 21.

6. F. Loewinson-Lessing. — Sur l'autocatalyse magmatique et les minéraux protopneumatolytiques des roches ignées. *Bull. Soc. franç. de min.*, 45 (1922), p. 34.

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

EXPLICATION DES PLANCHES XVII, XVIII ET XIX

Planche XVII.

Fig. 1. — Vue générale du bassin du glacier de la Charpoua (massif du Mont-Blanc). Le spectateur regarde presque exactement dans la direction nord-est. Remarquer, tout au fond, le sommet de l'Aiguille Verte portant une calotte de glace. L'arête qui se détache à droite est celle des Aiguilles du Cardinal, de l'Évêque, de la Nonne. Le sommet de l'Aiguille du Moine n'est pas visible sur la photographie, mais seulement l'arête du Moine qui descend vers la brèche séparant le Moine de la Nonne. A gauche de l'Aiguille Verte, l'arête avec le Pic Sans-Nom (qui donne, sur la photographie, l'impression fausse d'être le sommet le plus élevé). Le rognon est au milieu du glacier de la Charpoua. On distingue facilement la moraine qui s'appuie contre ce rognon.

Cliché N. Oulianoff.

Fig. 2. — Une grande enclave dans le granite. Région de la Charpoua (massif du Mont-Blanc). Le marteau sert d'échelle.

Cliché N. Oulianoff.

Planche XVIII.

Fig. 3. — Une série d'enclaves riches en épidote et en hornblende. Région de la Charpoua (massif du Mont-Blanc). Le marteau sert d'échelle.

Cliché N. Oulianoff.

Fig. 4. — Multiples petites enclaves nageant dans une roche dioritique. La pointe en fer du piolet, visible dans l'angle inférieur gauche, peut servir d'échelle. Remarquer l'orientation uniforme des enclaves

Cliché N. Oulianoff.

Planche XIX.

Fig. 5 et 6. — Diorite à épidote en coupe mince sous le microscope. Grossissement 30 × diamètre. Lumière naturelle. Les plages claires — quartz. Les plages grises piquetées — plagioclase. En gris foncé — épidote. Sur les feldspaths, petites aiguilles foncées disséminées ou formant des gerbes — zoïsite.

Clichés N. Oulianoff.

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

Texture microscopique des roches argileuses

par **Pierre Urbain**[1].

Planches XX et XXI.

Le problème de la texture microscopique des argiles réfractaires a fait, il y a une quinzaine d'années, l'objet de publications communes ou indépendantes de MM. Léon Bertrand et Antonin Lanquine. Les notes présentées ici peuvent être considérées comme l'extension de leurs observations à l'ensemble des roches argileuses.

Comme toutes les roches sédimentaires, les roches argileuses sont des associations de minéraux, ou de minéraux et d'organismes (L. Cayeux). Mais, dans leur cas particulier, un troisième terme intervient, qui joue un grand rôle au moment du dépôt, puis au cours de l'évolution diagénétique du sédiment initial : ce terme est représenté par les électrolytes présents dans les solutions qui ont imbibé ou imbibent encore la roche, et auxquels elle doit ses propriétés les plus remarquables (plasticité, propriétés thixotropes, pouvoir absorbant ou décolorant, etc.). Même si une argile se présente comme parfaitement sèche et cohérente dans son gisement, il est toujours possible de retrouver trace de ces électrolytes au laboratoire, en soumettant la roche désagrégée à des lavages.

Dans le cas le plus intéressant pour le géologue, l'intervention des électrolytes, qui peut prendre des formes diverses, se traduit par une coagulation rapide, voire même brutale, des particules argileuses passant du milieu fluviatile au milieu marin, ou en d'autres termes, de l'état de suspension dans l'eau douce à l'état de suspension dans l'eau salée. Des expériences accompagnées de mesures de transparence, effectuées à l'aide d'un néphélomètre enregistreur à cellule photoélectrique, m'ont permis de constater que, dans les solutions de chlorure de sodium à la concentration de l'eau de mer (28 à 30 pour mille), la coagulation de la kaolinite, par exemple, n'est jamais complète : la majeure partie de ce minéral dépose en un temps relativement court (15 à 30 minutes dans les conditions de l'expérience), après quoi la

1. Note présentée à la séance du 8 novembre 1937.

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

solution reste indéfiniment trouble. Dans les conditions naturelles, les particules dont la présence détermine cette turbidité résiduelle finissent cependant par déposer, mais à des distances relativement grandes des côtes pour peu que les courants de marée s'y prêtent. Il est donc légitime de distinguer les *sédiments de première coagulation*, littoraux au sens rigoureux du terme, des *boues argileuses tardives*, qui résultent de l'accumulation, sur le plateau continental, des particules ayant échappé à la première coagulation.

Du point de vue de l'étude des textures, il est important de noter que les sédiments du premier groupe sont constitués par des *flocons* réunissant un nombre toujours élevé de particules minérales. *Dans les boues tardives, au contraire, les particules restent indépendantes ou ne forment que des flocons de petite taille relative.*

Toutefois, si l'on considère l'ensemble des sédiments argileux, ce dernier caractère n'est pas spécifique des boues tardives : il appartient également aux dépôts argileux d'eau douce, formés de particules dont le transport et la sédimentation ont eu lieu de bout en bout dans un milieu où la concentration en électrolytes n'est pas invariable, mais reste toujours faible, et où, par suite, les chances de floculation brutale sont minimes.

Pour être complète, cette revue des sédiments argileux devrait comprendre les formations d'origine éluviale, dans lesquelles nous verrions réapparaître des textures floculées témoignant d'interventions électrolytiques importantes. Toutefois, ce domaine ne sera pas abordé ici, car il serait nécessaire de discuter au préalable le problème si vaste et encore si obscur de l'altération des aluminosilicates d'origine profonde dans la biosphère.

Ces quelques remarques montrent que l'analyse de la texture des roches argileuses doit permettre d'en préciser l'origine dans un assez grand nombre de cas. Comme toujours en pétrographie, cette analyse doit être précédée par la détermination des minéraux associés, — et, parmi ceux-ci, les silicates hydratés d'alumine, ou d'alumine et de magnésie, ou d'alumine et d'oxyde ferrique, sont naturellement du plus haut intérêt.

Ces silicates sont pour la plupart des phyllites ; quelques-uns d'entre eux, en particulier dans le groupe magnésien, paraissent présenter une structure fibreuse. De toute façon, leur forme leur impose de s'orienter dans le courant liquide qui les entraîne, et de reposer à plat ou de tout leur long sur le fond, lorsqu'ils ont décanté.

C'est à cette double propriété de leurs minéraux caractéristiques

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

que les roches argileuses doivent les diverses textures qu'on peut leur reconnaître au microscope.

On envisagera d'abord le cas où les lamelles du minéral caractéristique sont restées indépendantes pendant la sédimentation. Le jeu normal de celle-ci conduit à une *texture orientée*, dans laquelle les lamelles, étant toutes posées à plat, apparaissent sous la forme de traits minces et approximativement parallèles quand elles sont vues par la tranche, c'est-à-dire dans les sections perpendiculaires au plan de stratification. En lumière polarisée, tous les traits voisins s'illuminent et s'éteignent simultanément par la rotation de la platine du microscope (pl. XX, fig. 1 et 2). Le phénomène peut manquer de netteté si le minéral caractéristique est faiblement biréfringent ; on peut l'accentuer en interposant une lame auxiliaire (gypse ou quartz teinte sensible) entre la préparation et l'analyseur. Les lamelles vues par la tranche dont l'allongement coïncide avec l'axe de la lame auxiliaire paraissent bleues, et celles dont l'allongement est perpendiculaire à cet axe paraissent jaunes ou orangées. Si la texture de la roche est très fine et très régulière, c'est tout le champ visible dans l'objectif qui prend cette teinte bleue ou orangée, se comportant ainsi comme un cristal homogène.

Lorsque le sédiment renferme un petit nombre de corps étrangers d'assez grande taille, les files de lamelles sont déviées par ces obstacles, sur lesquels elles se moulent avec plus ou moins de docilité (pl. XX, fig. 3).

Un nombre même assez élevé de corps étrangers de petite taille n'empêche point, en général, de discerner l'existence d'une texture orientée dane une roche argileuse. Mais les files de lamelles, étant irrégulières et discontinues, donnent l'impression d'une *trame* tissée retenant tous les autres matériaux. Lorsque les corps étrangers prennent une importance excessive, soit par leurs dimensions, soit par leur nombre, cette trame disparaît complètement, et la texture devient *confuse*.

L'observation des *fissures* formées par dessiccation est un élément important de l'étude des textures. Dans les sédiments exempts de matériaux volumineux, les fissures, quand elles existent, sont extrêmement fines et sensiblement parallèles (Pl. XX, fig. 4), si, toutefois, aucun phénomène de floculation brutale n'est intervenu pendant le dépôt. Il résulte de ce qui a été dit plus haut que ce type de texture peut apparaître aussi bien dans un sédiment d'origine fluviatile, lacustre ou lagunaire que dans une boue marine tardive.

Au contraire, il est toujours difficile de reconnaître une direc-

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

tion de stratification dans un sédiment de première coagulation, sauf dans le cas d'apports périodiquement alternés de matériaux de nature différente, qui sera discuté plus loin. Les fissures de dessiccation visibles dans les sédiments de ce groupe sont capricieuses et ramifiées ; elles délimitent des plages de forme quelconque, à l'intérieur desquelles l'orientation des lamelles est confuse même si la proportion des corps étrangers est négligeable. Cependant, sur les bords des fissures, les lamelles présentent souvent l'unité d'orientation sur une faible épaisseur : en lumière polarisée, le réseau de fissures est alors souligné par des lignes lumineuses plus ou moins continues. Ce type de texture, que je propose de nommer *texture réticulée*, est bien visible dans l'argile plastique sparnacienne (Pl. XXI, fig. 1 et 2).

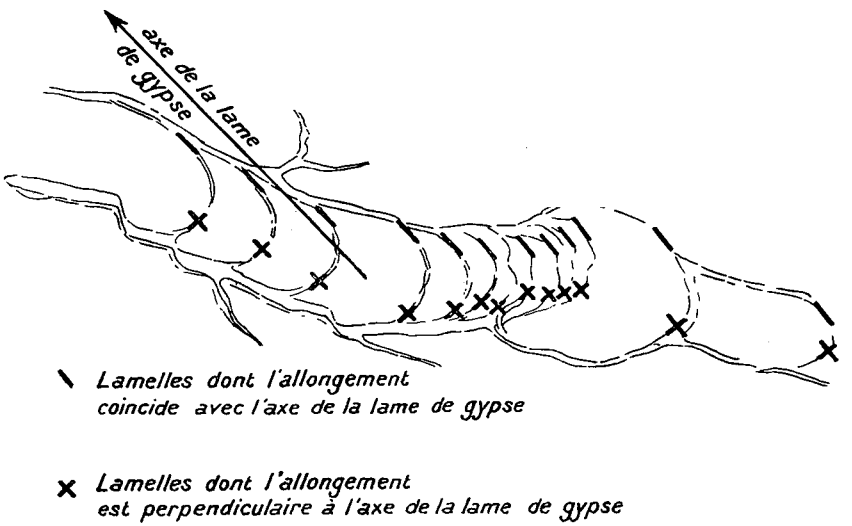


FIG. 1.

On observe localement, dans les argiles plastiques, une texture microscopique qui se rattache à la précédente par ses caractères généraux, les lamelles n'étant orientées que sur les lèvres des fissures : c'est la *texture boudinée*, dans laquelle certaines plages de forme allongée, limitées par deux fissures grossièrement parallèles, se subdivisent en plages en forme de croissants, séparées par des fissures semi-circulaires se raccordant aux deux fissures principales (fig. 1 du texte). Cette texture est bien connue des métallographes, qui l'ont observée dans les métaux comportant des cristaux lamellaires ou allongés *après passage à la filière*. Les plages en forme de croissant sont des sections de

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

calottes sphériques emboîtées les unes dans les autres et constituant un *boudin* plus ou moins régulier. En observant celui-ci en lumière polarisée, avec interposition d'une lame de gypse placée à 45° de l'axe du boudin, on voit nettement que les lamelles du minéral caractéristique restent tangentes aux fissures semi-circulaires : elles se parent d'une teinte bleue du côté du boudin où leur allongement coïncide avec l'axe de la lame auxiliaire, et d'une teinte jaune ou orangée du côté opposé [1]. On peut naturellement renverser la disposition des teintes en faisant tourner la préparation de 90° par rapport à la lame auxiliaire.

Par quel mécanisme cette texture si curieuse apparaît-elle dans les argiles, où rien *a priori* ne paraît pouvoir jouer le rôle d'une filière ? Il est évident que la matière qui constitue les boudins devait présenter une plasticité plus élevée que le reste de la roche. Deux hypothèses s'offrent alors :

1° Le sédiment a subi une dessiccation à l'air libre immédiatement après son dépôt, puis a été recouvert par une nouvelle couche de matériaux frais. Les boudins correspondent alors au remplissage des principales fissures de retrait par ces matériaux frais, dont le poids a été suffisant pour déterminer l'écoulement dont témoigne l'orientation des lamelles à l'intérieur des boudins.

2° Le sédiment s'est accru progressivement, mais la distribution hétérogène des électrolytes, due elle-même à la répartition inégale des minéraux caractéristiques et non-caractéristiques, a entraîné des différences de plasticité suivant les points. La texture boudinée est due, dans ce cas, aux pressions engendrées par le tassement du sédiment sous son propre poids ou sous celui des dépôts ultérieurs.

J'ai fait allusion plus haut à des apports alternés de matériaux de nature différente ; cette condition entraîne l'apparition de la *texture cyclique*, fréquente dans les dépôts fluviatiles, lagunaires et littoraux (Pl. XXI, fig. 3 et 4). Tous les géologues la connaissent à l'échelle macroscopique, et je crois inutile d'insister sur sa description. A l'échelle microscopique, les lits alternés des minéraux caractéristiques et non-caractéristiques (ces derniers étant représentés par des grains de quartz dans le cas le plus général) peuvent être concordants ou discordants. Dans ce dernier cas, la roche affecte la *texture microlenticulaire*, qui semble relativement rare.

1. Les teintes indiquées ne sont valables que dans le cas où la biréfringence du minéral caractéristique est voisine de celle de la kaolinite et de l'halloysite (0,007-0,010).

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

EXPLICATION DES PLANCHES XX ET XXI

Planche XX.

Fig. 1. — Argile dolomitique à texture orientée, lum. pol. 50 ×.

Fig. 2. — La même, l'allongement des paillettes du minéral caractéristique étant à 45° des plans des nicols croisés.

Fig. 3. — La même, les lits étant déviés par un cristal de dolomite.

Fig. 4. — Texture orientée soulignée par des fissures fines et parallèles, dans les marnes du gypse.

Planche XXI.

Fig. 1. — Argile plastique à texture réticulée, lum. ord., 60 ×.

Fig. 2. — La même, en lum. pol.

Fig. 3. — Texture cyclique dans une argile calcaire et quartzeuse, lum. ord., 40 ×

Fig. 4. — La même, en lum. pol.

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

Nummulites remaniées dans le Pliocène de Neffiach en Roussillon

par **Gaston Astre** [1].

Après les belles études dont la paléontologie roussillonnaise a été l'objet de la part de Fontannes et de Depéret, la recherche de coquilles fossiles dans le Pliocène marin du bassin de la Têt ne semblerait pouvoir satisfaire que des goûts de collectionneur. Il n'en est rien ; les plus petites observations se relient parfois à des conclusions importantes.

Je dois à M. Conill, directeur d'école honoraire, à Vernet-les-Bains, un lot de fossiles recueillis dans ce Pliocène en mai 1937 et dont l'étude, qui m'avait été demandée, m'a dirigé vers une intéressante découverte.

Le gîte qui a été fouillé se trouve à un kilomètre au N de Nefliach (Pyrénées-Orientales), sur la rive gauche de la Têt, en un point qui à peu près correspond à l'emplacement du mot « la » de l'indication « Mas de la Garrigue » portée sur la Carte de l'État-major, à quelques mètres à peine de l'W du ravin de ce mas [2]. Le tènement s'appelle « La Paraguèra ». Le talus du lieu offre la superposition suivante :

5. Alluvions anciennes.
4. Calcaire gréseux (sorte de mollasse).
3. Argile sableuse avec quelques noyaux gréseux.
2. Argile brune compacte.
1. Graviers et sables gris.

C'est dans les niveaux 3 et 4 que les fossiles gisent. Les couches appartiennent au sommet du Pliocène marin du Roussillon, soit à l'Astien inférieur (notation p^{o^a} de la Carte géologique).

En lui-même le gisement ne posséderait pas une importance particulière ; car il n'est qu'une unité parmi les nombreux que présente ce Pliocène marin du bassin de Millas. Ce qui est plus

1. Note présentée à la séance du 8 novembre 1937.
2. Carte géologique détaillée de la France, à 1 : 80.000e. Feuille n° 254 (Quillan), 1911. Angle SE.

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

remarquable, c'est l'association des fossiles dont il permet la récolte. Nous rangerons ceux-ci en trois groupes, que nous mentionnerons par ordre d'intérêt croissant.

I. **Mollusques pliocènes.** — Les coquilles déterminables appartiennent aux espèces suivantes : Gastéropodes, *Murex neomagensis* FONT. var. *major*, *Natica millepunctata* LAM. var. *raropunctata* SASSI ; Lamellibranches, *Gastrochaena* ou *Saxicava* (moule de cavité), *Panopaea* cf. *Faujasi* MÉN., *Lucina* cf. *borealis* L., *Arcopagia cingulata* FONT., *Venus rhysalea* FONT., *V. excentrica* AGASS., *Cardium aculeatum* L. var. *perrugosa* FONT., *Anomalocardia diluvii* LAM., *Pecten hollenensis* MAY., *Pecten* sp., *Janira benedicta* LAM., *Hinnites* sp., *Ostrea barriensis* FONT. et sa var. *rastellensis* FONT., *O. lamellosa* BROC.

Ce sont toutes des formes banales, bien étudiées par Fontannes [1], des riches faunes de Mollusques pliocènes du Roussillon. Elles constituent dans le gîte la presque totalité du contingent, confirmant paléontologiquement l'âge que la stratigraphie indiquait dès l'abord.

II. **Végétaux pliocènes.** — Quelques restes de plantes ont été recueillis ; mais deux seulement ont quelque signification.

a) *Magnolia* sp. — Un fruit de Magnoliacée, peu long et assez renflé (longueur 6,5 cm., diamètre 4 cm.), appartient certainement au genre *Magnolia* par son contour ramassé, celui du genre *Liriodendron* étant plus élancé et acuminé au sommet [2]. Comme pour la plupart des fruits de cette famille conservés à l'état fossile, la détermination ne peut être poussée jusqu'à l'espèce. Il ne s'agit peut-être pas d'un type non encore décrit, mais d'un de ceux déjà nommés pour le Pliocène sur d'autres organes : *M.* cf. *acuminata* L. du Pliocène inférieur du Massif central (Les Clauzades), *M. fraterna* SAP. du Pliocène de Meximieux, *M. cor.* LUDW. du Pliocène supérieur des lignites de Thuringe etc.

b) *Conifère.* — Un moule externe d'un cône assez allongé, un peu tordu à la manière de celui des Epicéas, mais dont toute détermination paraît incertaine.

Malgré son insuffisance, cette flore mérite attention, en raison du caractère exceptionnel des fossiles végétaux dans le pays. Chronologiquement, elle se situe après la riche flore du Miocène

1. FONTANNES (F.). Les mollusques pliocènes de la vallée du Rhône et du Roussillon, 1879-1882. 2 vol.

2. SCHNEIDER (Camillo Karl). Illustriertes Handbuch der Laubholzkunde, 1906. 2 vol., Iéna. Cf. Bd. I, pp. 328-339.

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

supérieur de Cerdagne décrite par Rérolle [1] et avant celle à laquelle appartiennent les seuls débris de plantes signalés par Depéret [2] en Roussillon (*Bambusa* sp., *Alnus* cf. *occidentalis* Rér., *Acer* sp.) à un niveau plus élevé, le Pliocène d'eau douce.

III. **Nummulites remaniées.** — Dans un des blocs renfermant les coquilles pliocènes précitées on peut compter 28 Nummulites incluses. Celles-ci ne sont d'ailleurs pas exceptionnelles dans le gisement ; car deux autres blocs recueillis en automne 1937 m'en ont aussi montré 4 ou 5 chacun.

La plus grande atteint 11 mm. ; la taille moyenne oscille autour de 6 mm. De forme peu bombée, avec faible bouton central, elles possèdent le tour complètement embrassant des vraies Nummulites, une spire assez serrée, la lame spirale plutôt épaisse, les cloisons généralement peu arquées, les loges plus hautes que larges. Les filets cloisonnaires sont flexueux, relativement simples. Je n'ai pu voir de granules.

C'est une de ces formes primitives du groupe de *Nummulites atacicus* Leym., telles qu'on les trouve dans l'Yprésien de Gan et parfois au milieu des formes plus évoluées de l'Yprésien et du Lutétien de l'Aude. Il s'agit de fossiles remaniés à partir de terrains éocènes.

Quelle est leur roche d'origine ? Loin de faire partie d'un bloc de calcaire nummulitique roulé, ces Foraminifères sont isolés dans le calcaire gréseux pliocène et étaient donc dégagés quand ils furent englobés dans la sédimentation de cet âge. Ils proviennent ainsi d'un Éocène marneux, où les fossiles sont libres ou du moins aisément dégageables : soit des bancs de marnes intercalés à la base du Nummulitique calcaire, c'est-à-dire Yprésien ou Infra-Yprésien, juste au-dessus des couches dites à petites Nummulites ; soit du Nummulitique marneux qui surmonte en grande masse le Nummulitique calcaire, et alors ils dateraient du Lutétien.

Que ces Nummulites soient de l'Yprésien ou du Lutétien, peu importe. Ce qui importe, ce serait de savoir le lieu d'où elles viennent. Assurément pas de loin ! Car le moindre transport un peu long les aurait réduites en boues et détruites. A plus forte raison, brassées au sein de sables, des Nummulites calcaires n'auraient pas résisté. Celles-ci ont déjà leur test desquamé et

1. Rérolle (Louis). Étude sur les végétaux fossiles de Cerdagne, 1884-1885. *Revue des Sciences natur.* (Montpellier), 3e sér., t. IV, pp. 167-191, 252-298, 368-386, pl. III-VI, IX-XIV.

2. Depéret (Ch.). Description géologique du Bassin tertiaire du Roussillon, 1885. *Annales des Sciences géolog.*, t. 17, p. 79.

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

sont parfois brisées ou corrodées, ce qui, bien qu'elle soient parfaitement reconnaissables, rend difficile d'en faire une préparation microscopique. Or, dans le bassin de la Têt aucune formation géologique n'existe, susceptible de fournir de tels fossiles. Elles prouvent donc qu'*il existait autrefois dans cette région un terrain nummulitique marneux qui aujourd'hui ne s'y trouve plus*. Elles sont un témoin de la couverture sédimentaire qui recouvrait en Roussillon la zone axiale hercynienne des Pyrénées et que l'érosion a fait disparaître. Là réside l'intérêt majeur du gisement fossilifère du N de Neffiach.

Il semble que de ce fait on puisse tirer argument pour une vue plus générale. Cette découverte se range en effet de la manière la plus naturelle à côté d'une de 1905, à laquelle on n'attacha pas alors l'importance qu'elle méritait. Au pied septentrional du Canigou, dans la contrée de Taurinya, Mengel [1] trouvait, en surface, des blocs peu roulés de grès triasiques, de calcaires du Crétacé supérieur à Hippurites et à Polypiers et de calcaires nummulitiques ; ils ne pouvaient venir de loin, et pourtant aucun des terrains susceptibles de les livrer ne se montre au voisinage. Ces blocs furent ensuite reconnus interstratifiés, en place. En 1935 Pannekoek [2] les situe dans ce qu'il appelle « assise supérieure, faciès *c* d'Escaro », au sommet du Pliocène du bassin ; il insiste d'ailleurs sur leur rareté par rapport à ceux qui dans les mêmes couches proviennent des roches des alentours.

Avec le grès pliocène du N de Neffiach, qui évoque l'ancienne existence de marnes nummulitiques, nous sommes en face d'une question comparable. Mais ici nous nous trouvons plus au Nord encore. Les Nummulites remaniées sont bien plus fragiles que des blocs, ce qui fait qu'on est presque sur leur emplacement d'origine. Le Pliocène qui les renferme est enfin un peu plus ancien.

S'il est permis de mettre dans une liste commune les terrains qui au Pliocène ont fourni les blocs de Taurinya et les Nummulites de Neffiach, seuls témoins connus dans le bassin de la Têt de couches qu'aujourd'hui on y chercherait en vain, nous aurons une succession donnant idée de l'ancienne couverture

1. Mengel (O.). Comptes rendus des collaborateurs pour la campagne de 1906. Feuilles de Prades et de Céret (Massif du Canigou), 1907. *Bull. Carte géolog. Fr.*, t. XVII, n° 115, pp. 126-127.

2. Pannekoek (A.J.). Évolution du bassin de la Têt dans les Pyrénées orientales pendant le Néogène, 1935. *Geographische en geologische Mededeelingen... Universiteit te Utrecht*, n° 10, 1 vol. 72 p., 1 carte. Cf. pp. 8-9 et 13, note 2.

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

qui y recouvrait le socle hercynien : Trias, Crétacé supérieur, Nummulitique calcaire, Nummulitique marneux. N'est-ce pas la succession qui caractérise dans ses quatre grands ensembles fondamentaux, et uniquement dans ceux-là, la couverture sédimentaire normale de la zone axiale sur son versant sud, la série de Cadi ?

Ainsi la simple recherche des coquilles dans le Pliocène marin du Roussillon nous a conduit à envisager l'un des plus importants aspects de la structure de la chaîne, avec cette couverture pyrénéenne du bassin de la Têt, qui devait être pincée dans le socle hercynien, — soit en synclinaux comme celui d'Amélie-les-Bains en vallée du Tech, plus au Sud, — soit à la faveur de dislocations d'âge pyrénéen en plein matériel hercynien, dont on a un exemple plus au Nord-Ouest dans le massif granitique de Millas [1].

1. Raguin (E.). Les dislocations du massif de Quérigut-Millas dans les Pyrénées, 1933. *Bull. Soc. géolog. Fr.*, 5e sér., t. 3, pp. 181-192.

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

Symbiose d'une Nérinée et d'un Hydrozoaire

par **Geneviève Delpey** [1].

Planches XXII et XXIII.

La malléabilité de la symétrie des coquilles de Gastéropodes suivant le mode de vie et l'évolution, est l'une des principales causes de leurs caractères spécifiques. Ainsi que je compte l'exposer plus en détail dans une prochaine publication, ce fait leur est commun avec la plupart des êtres vivants. Les Gastéropodes étant généralement sans symétrie bilatérale, il est plus important chez ces Mollusques.

L'objet de cette note nous amène directement au cas des coquilles à tours plus ou moins régulièrement disjoints dont on connait actuellement plusieurs groupes : les *Coralliophilidae* voisins des *Purpura*, dont l'adulte vivant dans des Madrépores, prolonge sa coquille spirale par un tube droit; les *Vermetidae*, que l'on peut assimiler, au moins en partie, à la famille des *Turritellidae* (*Vermicularia spirata* est une *Turritella* dont les tours se disjoignent à partir du dixième), vivent fixés sur des rochers ou des coraux, ou sédentaires dans des éponges quand ils sont adultes (ils conservent alors à peu près le même axe d'enroulement). Le jeune est toujours libre, sa coquille normale. Il se fixe ensuite.

L'important lot de Gastéropodes secondaires du Liban, dont l'étude m'a été confiée par M. Dubertret, contient entre autres un échantillon récolté à Mar Maroun par G. Zumoffen dans l'habituel calcaire jaune, zoogène, à *Cidaris glandaria* qui représente le Jurassique supérieur.

Description.

La section et le profil des tours sont ceux de l'espèce corallienne *Nerinea salinensis* d'Orbigny (grade 4) [2].

La surface du test est entièrement encroûtée par un Hydrozoaire

1. Note présentée à la séance du 21 novembre 1937.

2. L'application du terme « grade » aux Gastéropodes, en particulier aux *Nerineidae*, sera définie plus explicitement dans une prochaine publication. Bather a employé le grade pour une « forme d'organisation qui peut apparaître séparément dans plusieurs lignées parallèles » (définition reprise par Cuénot). Chez les *Nerineidae* il s'applique à la plication : le grade 4 correspond aux formes possédant trois plis internes.

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

identifié comme *Milleporidium* cf. *fasciculatum* YABE et SUGIYAMA par J. Pfender ; on n'en distingue donc pas l'ornementation externe. Cependant, la forme des tours est conservée, le *Milleporidium* s'étant développé en couches régulières, d'épaisseur constante sur une même face de la coquille. Il est plus épais sur tout un côté de la Nérinée, plus mince sur le côté opposé qui était sans doute inférieur quand l'animal traînait sa coquille.

Les premiers tours de la Nérinée sont absolument normaux. Le test n'y est pas conservé, mais entièrement recristallisé en calcite.

Le dernier tour échappe à la régularité de ces caractères ; il est séparé de l'avant-dernier par un encroûtement de *Milleporidium*. Son profil n'est pas excavé, mais convexe. On n'y distingue pas de pli. La structure du test est très bien conservée.

La section passe par le bec siphonal, non obstrué, dont les bords sont recouverts par le *Milleporidium*.

Phénomènes comparables. — On ne peut qu'être frappé de l'analogie que présente cet échantillon avec les cas de parasitisme ou de symbiose étudiés successivement par G. Lecointre et H. Douvillé sur *Kerunia*, *Cyclactinia* et d'autres Hydrozoaires et Bryozoaires encroûtants fossiles.

H. Douvillé a conclu que les Hydrozoaires dont il étudiait le squelette s'étaient fixés et développés sur des coquilles mortes habitées par des Pagures.

Actuellement d'ailleurs la symbiose des Pagures avec des Actinies ou des Éponges est bien connue :

Le Pagure habite une coquille de Gastéropode, vide et incapable de croître. Lorsque cette coquille sert de support à un organisme encroûtant, celui-ci continue à croître dans toutes les directions sauf là où passe le Pagure. Si l'on sectionne le squelette total (coquille et organisme encroûtant), on voit que le dernier tour de la coquille est continué par un vide tubulaire irrégulier, généralement pas enroulé. Ce vide est limité par l'organisme encroûtant seul.

Il s'agit, chez la Nérinée étudiée, de symbiose ou de parasitisme entre un Hydrozoaire et un Gastéropode vivant. Le test du dernier tour, miraculeusement conservé avec sa structure en est la preuve. Le dernier tour est séparé de l'avant-dernier par une couche de *Milleporidium* dont les éléments les plus fins, plus anciens, sont du côté de l'avant-dernier tour, les plus gros, du côté du dernier tour. Le bec siphonal, resté ouvert, montre que le siphon continuait à y passer. La vie du Gastéropode était donc possible.

On peut penser que le *Milleporidium* s'est développé sur la

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

coquille déjà formée. La croissance de celle-ci devenant plus lente, il s'est déposé sur la base de l'avant-dernier tour. Puis le dernier tour s'est formé, emprisonnant la couche de *Milleporidium*.

Action du Milleporidium sur la Nérinée : Gaîné par le *Milleporidium*, au fur et à mesure de sa croissance, le dernier tour de la Nérinée est le seul qui ait pu subir une action importante de l'organisme encroûtant. La gaîne n'a pas arrêté son développement, mais en a causé la déformation. Comme chez la plupart des Gastéropodes à tours disjoints, l'enroulement, tout en conservant ici le même axe, s'échappe de la régularité de l'angle spiral. Le tour perd sa forme excavée, la section devient subcirculaire : la différence des profils est frappante.

Action du Milleporidium sur la fossilisation : on n'avait encore jamais, à ma connaissance, trouvé de Nérinée dont la structure du test ait été conservée. Toujours dans des roches très riches en calcaire, ces Gastéropodes, confirmant la théorie exposée par Bøggild, ont généralement leur test recristallisé.

Or, le dernier tour, gaîné par le *Milleporidium*, de cet échantillon unique, a son test conservé en bon état. L'opposition est surtout remarquable entre les parois touchant au *Milleporidium*, du dernier et de l'avant-dernier tour. Celui-ci est, en effet, recristallisé.

Il me semble que l'on ne peut expliquer cette exceptionnelle conservation que par la protection qu'avait exercée la gaine encroûtante sur le dernier tour formé en même temps. Peut-être doit-on cette protection à ce que le dernier tour n'a jamais été en contact avec le milieu extérieur, même du vivant de la Nérinée.

Action du Gastéropode sur le Milleporidium : Le développement du dernier tour enraye celui du *Milleporidium*, dans sa portion qui a recouvert la base de l'avant-dernier tour. C'est la position de la coquille dans l'espace qui paraît être cause de l'épaisseur moindre du *Milleporidium* sur un côté de la coquille. Le fait qu'il y existe exclut l'hypothèse de la traction de la coquille vivante sur le sol, et confirme que l'animal n'était pas mort.

Structure du test.

Le dernier tour de cet échantillon est un exemple unique de test à structure conservée parmi les Nérinées. Le tour étant

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

déformé, on ne peut pas dire que le test des Nérinées à toujours la même structure, bien que cela soit probable. Il faudrait pouvoir le comparer à d'autres exemplaires.

D'épaisseur assez considérable, il comporte une couche externe semblant formée de prismes perpendiculaires à la surface, une couche moyenne de lamelles entrecroisées et une couche interne dont les lamelles sont plus régulièrement parallèles. L'épaisseur de la couche externe prismatique est à peu près 1/13 de l'épaisseur totale.

Comparaison avec d'autres structures : Chez les fossiles, il est difficile de reconnaître la substance formant le test. En général, l'épigénie a transformé celui-ci en une calcite uniforme. En général, les Lamellibranches anisomyaires ont une coquille surtout calcitique, où la couche externe est assez épaisse et prismatique (vrais prismes). Les coquilles de Lamellibranches homomyaires et les Gastéropodes pulmonés sont surtout aragonitiques, formées de couches lamelleuses. Il en est de même pour les Opisthobranches. La structure de ces coquilles aragonitiques est des plus variables.

L. Cayeux dénie aux Gastéropodes une structure du test particulière. Parmi les Prosobranches, *Neritidae* et *Patellidae* sont surtout formés de calcite. Certaines familles possèdent une couche externe lamelleuse : *Muricidae*, *Cerithiidae*, *Aporrhaidae*, *Strombidae*, *Cypræidae*, *Capulidae* récents, etc... Au contraire, les *Pleurotomariidae*, *Fissurellidae*, *Stomatiidae*, *Turbinidae*, *Phasianellidae*, *Delphinulidae*, *Trochidae*, *Fusidae*, *Purpuridae*, *Scaphopodes*, etc. possèdent une couche externe prismatique (pseudo-prismes, lamelles perpendiculaires à la surface du test d'après L. Cayeux).

La couche externe de cette Nérinée est prismatique. Mince par rapport à l'épaisseur totale du test, elle est assez altérée.

L'allure générale du test vu en section rappelle plutôt les *Fissurellidae*, les Lamellibranches anisomyaires, et *Dentalium*.

Conclusions.

Cet échantillon libanais est donc un cas fossile de symbiose entre un Gastéropode et un Hydrozoaire. Le fait est encore unique à ma connaissance aussi bien chez les vivants que chez les fossiles. Cette symbiose paraît avoir agi par des moyens surtout mécaniques sur les 2 individus. C'est surtout le Gastéropode, qui, par la disjonction de ses derniers tours, a été modifié : il prend l'allure des autres Gastéropodes à tours disjoints : *Vermetidae* et

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

Coralliophilidae où cette disjonction est généralement conséquence d'une vie sédentaire ou fixée.

D'autre part, la conservation du test du dernier tour de la Nérinée, sans doute préservé par la gaîne de *Milleporidium*, qui l'a recouvert pendant sa formation, est aussi un fait unique. La connaissance de la structure du test de cette Nérinée permet de la rapprocher plutôt des Prosobranches à entaille labiale et bandelette comme les *Fissurellidae* et les *Pleurotomariidae* ; elle l'écarte au contraire des Opisthobranches et de certains Prosobranches siphonés. Il semble que cette structure, comme la présence d'une bandelette sinusaire soit un caractère primitif pour les *Nerineidae*.

BIBLIOGRAPHIE

1850. d'Orbigny (Alcide). — Paléontologie française des terrains jurassiques, t. II, Gastéropodes.

1880. Tryon (George W.). — Manual of conchology structural and systematic. Vol. II, *Purpurinae : Magilus*, p. 214, pl. LXVIII et LXIX.

1886. — Manual of conchology structural and systematic. Vol. VIII *Vermetidae*, p. 163-191, pl. XXXXVIII-LVIII.

1903. Cossmann (Maurice). — Essais de Paléoconchologie comparée. T. V, *Coralliophilidae*, p. 81-84.

1906. Dollfuss (Gustave F.). — Contribution à l'étude des Hydrozoaires fossiles. *B. S. G. F.*, 4e série, t. VI, p. 121, fig. 1-2-3 et pl. IV.

1906. Douvillé (Henri). — Sur le genre *Kerunia*. *B. S. G. F.*, 4e série, t. IV, p. 129, fig. 1-2 et pl. V-VI.

1908. — A propos de *Kerunia*. *B. S. G. F.*, 4e série, t. VIII, p. 15, pl. I.

1912. Cossmann (Maurice). — Essais de paléoconchologie comparée, t. IX, *Vermetidae*, p. 131-150.

1916. Cayeux (Lucien) — Introduction à l'étude pétrographique des roches sédimentaires. *Mém. Carte Géol. France.*

1927. Bather (F. A.). — Biological classification, past and future. *Quart. Journ. Geol. Soc. London*, 83. LXII.

1929. Lecointre (Georges). — Symbiose des Cellépores et des Gastéropodes dans les Faluns de Touraine. *B. S. G. F.*, 4e série, t. XXIX, p. 401, pl. XXXV.

1930. Bøggild (O. B.). — The Shell structure of mollusks. *Museum de Minéralogie et de Géologie de Copenhague. Communications paléontologiques*, no 31, p. 233-326.

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

1931. Douvillé (Henri). — Deux cas de symbiose ou de parasitisme, *C. R. S. S. G. F.*, p. 128.

Symbiose ou parasitisme. *B. S. G. F.*, 5e série, t. I, p. 391, pl. XIX.

1935. Yabe et Sugiyama. — Jurassic stromatoporoids from Japan. *Rep. of the Tohoku imp. Un. Sendai, Japan*, 2e sér. (geol.), vol. XIV, n° 2 B. *Milleporidium fasciculatum*, p. 188 (54), pl. LXIV (XXV).

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche XXII.

Section du dernier tour de *Nerinea salinensis* d'Orbigny, disjoint de l'avant-dernier par *Milleporidium* cf. *fasciculatum* Yabe et Sugiyama, en lame mince (grossissement 6).

Planche XXIII.

1. Lame mince à travers le test du dernier tour disjoint de *Nerinea salinensis* d'Orbigny. On distingue les trois couches du test. On voit aussi la couche de remplissage, visible dans l'angle pariéto-labial du tour (grossissement 50).
2. Section de l'échantillon, côté ne passant pas par l'axe, montrant le changement de galbe du dernier tour (grandeur naturelle).
3. Section habituelle de *Nerinea salinensis* d'Orbigny, prise dans les tours plus anciens de l'échantillon étudié (grandeur naturelle).

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

Remarques sur le Nummulitique du Dévoluy et du Champsaur

par **Pierre Lory** et **Albert F. de Lapparent**[1].

Les récentes précisions apportées par divers auteurs à la stratigraphie du Nummulitique alpin nous ont engagés à revoir le Nummulitique du Dévoluy et du Champsaur, décrit déjà avec une grande exactitude par Ch. et P. Lory et par J. Boussac. Nos observations s'encadrent dans les leurs, dont le rappel constitue nécessairement une partie de la présente note.

Nous indiquons dès l'abord les subdivisions que nous adoptons dans le Nummulitique alpin, d'après les précisions obtenues par l'un de nous[2] dans les Alpes-Maritimes et les Basses-Alpes :

Priabonien.	Lattorfien		: ***N. vascus***, ***N. intermedius***, *N. Bouillei*, *N. incrassatus* abondante.
	Ludien		: ***N. Bouillei***, *N. Garnieri*, *N. Fabianii*, *N. incrassatus*.
	Bartonien.	supérieur	: ***N. striatus***, *N. Garnieri*, *N. Fabianii*, *N. incrassatus* rare.
		inférieur (anc. Auversien).	: ***N. striatus***, *N. perforatus*.
	Lutétien		: ***N. millecaput***, ***N. Brongniarti***, *N. perforatus*.

A l'E de Saint-Bonnet-en-Champsaur, le Nummulitique est transgressif et discordant sur les divers terrains, depuis les marnes callovo-oxfordiennes jusqu'au cristallin du Pelvoux ; trois gisements ont plus spécialement retenu notre attention (voir la carte fig. 1).

Celui des *Combes* présente une lentille, bien connue, de marnes noires à Cérithes, intercalée entre des conglomérats et couches rouges, et des calcaires à *Nummulites striatus* Brug., *N. Garnieri* de la Harpe, *N. Fabianii* Prever.

Un peu plus à l'E, la coupe de *Chaillolet* montre, au-dessus de

1. Note présentée à la séance du 15 novembre 1937.

2. Cf. A. F. de Lapparent. La transgression nummulitique dans les Alpes de Provence. *CR. Ac. Sc.*, t. 200, p. 157, 1935.

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

conglomérats et marnes verdâtres, des assises gréseuses à *N. striatus* Brug. [A] et [B], *N. Garnieri* de la Harpe, *N. Fabianii* Prever, qui sont l'équivalent latéral des marnes à Cérithes des Combes; elles sont surmontées par des calcaires et des marno-calcaires à *N. striatus* Brug., *N. Garnieri* de la Harpe,

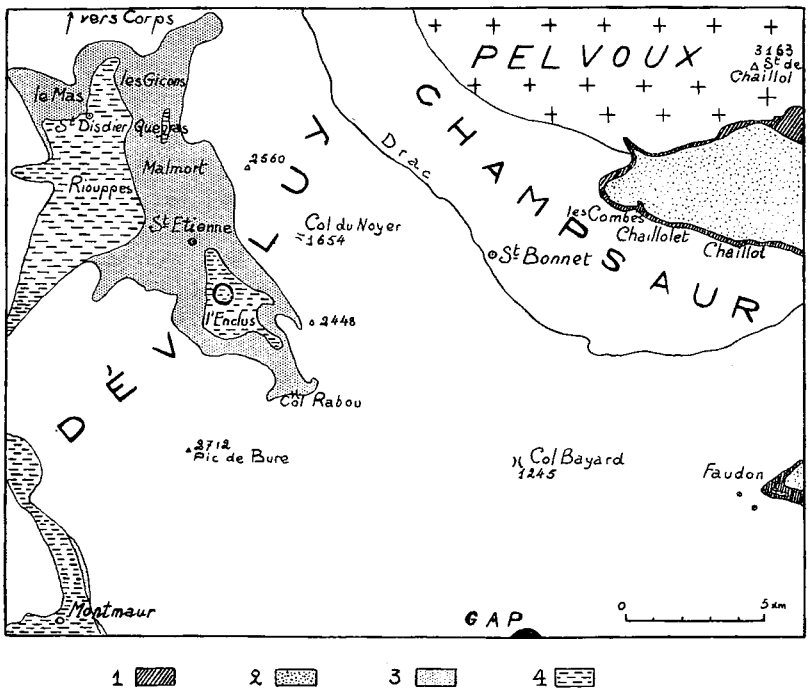


Fig. 1. — Le Nummulitique du Dévoluy et du Champsaur.

Champsaur. 1. *Bartonien* et *Ludien* : calcaires et marnes. — 2. *Lattorfien* (?) : grès d'Annot et du Champsaur. — Dévoluy. 3. *Lattorfien* : calcaires et marnes. — *Stampien-Aquitanien* : marnes et grès continentaux, « molasse rouge ».

Operculina alpina Douv., *Orthophragmina Archiaci* Schlumb., *O. Pratti* Mich., *O. sella* d'Arch., *O. strophiolata* Güмb., *O. radians* d'Arch. Ainsi, les marnes à Cérithes font partie intégrante des couches à *N. striatus* et petites Nummulites. Cette association indique le *Bartonien supérieur* d'après les subdivisions adoptées ici.

L'affleurement de *Chaillol* permet de bien observer, dans le Riou Mort, la partie supérieure du Nummulitique. Des marno-calcaires à *N. Garnieri* de la Harpe très abondante, *Operculina alpina* Douv., *Orthophragmina Archiaci* Schlumb., *O. Pratti* Mich., sont surmontés de marnes noires schisteuses, stériles, qui

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

peuvent représenter le Ludien. Au sommet, on voit apparaître quelques lits gréseux; puis viennent des « grès d'Annot » en bancs compacts, passant vers le haut à une épaisseur considérable de « grès mouchetés du Champsaur » que Boussac mettait dans le Lattorfien.

A l'W du Champsaur, on retrouve de vastes affleurements nummulitiques dans le *synclinorium du Dévoluy*. Les couches marines y présentent la superposition habituelle : calcaires, marno-calcaires, marnes. Les fossiles sont très rares : les marno-calcaires, qui constituent ordinairement un bon horizon, n'ont livré que de petits Foraminifères, des Bryozoaires, des Térébratules, des Gastéropodes et des Lamellibranches indéterminables ; les marnes, noires, pyriteuses, renferment des écailles et des épines de Poissons. Seuls les calcaires contiennent des Nummulites. Ayant visité à nouveau les gisements du Mas, de la route de Corps, du ravin de Queyras, de Malmort, de l'Enclus, du col Rabou, nous avons révisé la faune du calcaire qui se compose des trois espèces suivantes : *Nummulites Bouillei* DE LA HARPE, *N. budensis* v. HANTKEN, *N. incrassatus* DE LA HARPE [A] et [B].

Boussac avait signalé à Malmort la présence de *N. vascus* JOLY et LEYM. d'après des formes [A] (Stratigr. Numm. alpin., p. 196). Mais il est pratiquement impossible de séparer *N. vascus* [A] de *N. incrassatus* [A] : « les caractères de la spire et les traits essentiels des filets sont rigoureusement les mêmes » (J. BOUSSAC, Paléont. Numm. alpin., p. 37). Seules les formes [B] de *N. vascus*, très plates et à filets plus tourbillonnants, se distinguent bien de *N. incrassatus* [B].

La présence de *N. Bouillei* fait exclure le Bartonien, mais permet d'hésiter entre le Ludien et le Lattorfien. Au premier abord, une faune si pauvre ne paraît guère décisive. Cependant, l'abondance de *N. Bouillei*, espèce surtout oligocène ; la présence dès la base du calcaire (route de Corps) de *N. budensis*, connue dans les Alpes seulement de l'Oligocène de Barrême (J. BOUSSAC, Paléont. Numm. alpin., p. 39); la fréquence de *N. incrassatus* avec ses deux formes [A] et [B], rappelant tout à fait les gisements oligocènes de Faucon et de Castellane, font pencher pour l'âge lattorfien du calcaire nummulitique du Dévoluy. D'autre part, on ne peut qu'être très frappé de la disparition complète des Orthophragmines, si abondantes en Champsaur dans des faciès identiques. *A la suite de J. Boussac, nous adopterons donc comme la plus fondée, l'attribution à l'Oligocène de tout le Nummulitique du Dévoluy.*

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

Entre le Bartonien, transgressif en Champsaur, et le Lattorfien, transgressif en Dévoluy, l'étape ludienne devait exister sur la ligne Saint-Bonnet-Col Bayard-Gap ; mais l'érosion n'a laissé subsister dans cette zone aucun témoin nummulitique.

Le Nummulitique marin du Dévoluy se trouve surmonté par un ensemble de couches continentales où les faciès permettent de distinguer deux niveaux superposés.

a) Des marnes grises, à patine verdâtre, alternant d'abord avec de minces lits de grès à patine brune (« flysch marneux »), puis coupées de bancs lenticulaires de grès gris-vert à Végétaux ; l'ensemble tient la place du *Stampien*. Les « grès de Saint-Disdier » ne sont qu'un équivalent particulièrement gréseux de l'assise supérieure, et le passage rapide de l'un à l'autre n'est pas pour étonner dans une formation continentale de comblement comme celle-ci.

b) Des grès et argiles, rouges, verdâtres ou gris (« Molasse rouge »), surmontent les marnes et grès précédents et doivent être attribués à l'*Aquitanien*. Dans le synclinal occidental du Dévoluy, en aval de La Cluse, ainsi qu'en Bochaine, la « Molasse rouge » a en effet fourni une faunule indiquant l'Aquitanien inférieur (= Chattien)[1].

Dans le centre et à l'E du synclinorium, des Gicons à Riouppes et à l'Enclus, il y a concordance entre les marnes marines et les marnes et grès continentaux qui les surmontent ; le passage de l'un à l'autre est progressif. Sur le bord NW et W, par contre, le complexe détritique déborde sur les calcaires nummulitiques (Saint-Disdier, le Mas, etc.) et jusque sur le Sénonien : la discordance est certaine.

On remarquera combien les analogies sont grandes entre le synclinal de Barrême et le synclinorium de Dévoluy. Ici comme là, une phase orogénique bien nette sépare le Nummulitique marin, d'âge lattorfien, d'avec l'Oligocène détritique et continental dans lequel on peut distinguer un horizon stampien et un autre aquitanien. La liaison entre Barrême et le Dévoluy est faite d'ailleurs par deux gisements, où la « Molasse rouge » (Stampien-Aquitanien) repose sur du Lattorfien certain : dans le prolongement sud du Dévoluy, au Villard de Montmaur, Boussac a recueilli *Nummulites intermedius* d'Arch. ; dans le lambeau

1. Récoltes D. Martin, puis P. Lory, déterminations Ch. Depéret. Cf. P. Lory. Légende Feuille de Die au 80.000e ; *Livret-guide VIIIe Congrès géol. International.*, Paris, 1900, fasc. XIIIb, p. 1-18.

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

isolé de Faucon-Gigors, on récolte *N. vascus* JOLY et LEYM. [B] en compagnie de *N. incrassatus* DE LA HARPE [A] et [B].

On notera enfin que l'étude du Nummulitique permet de retrouver, en Dévoluy, la trace de deux phases orogéniques connues avec précision dans des régions plus méridionales : 1. Une phase anté-nummulitique, postérieure cependant aux plissements anté-sénoniens (Dévoluy oriental ; le Villard de Montmaur ; etc.), et qui serait, par conséquent, de l'âge des plissements provençaux. 2. Une phase alpine, qui se placerait entre le Lattorfien et le Stampien, ici, en Dévoluy, comme à Sénez et Barrême (B.-A.).

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

QUELQUES REMARQUES SUR LES GNEISS D'INJECTION DES CÉVENNES SEPTENTRIONALES, DU FOREZ, DU ROUERGUE ET DU CANTAL.

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

I. — DÉFINITIONS ET REMARQUES PRÉALABLES.

Dans la présente note, comme dans mes notes plus anciennes depuis 1929, j'utilise le terme de *gneiss d'injection*[2] dans le sens classique, conforme à la description donnée par P. Niggli. Ce sont des gneiss où l'on sépare de manière assez nette, le plus souvent à l'œil nu ou tout au moins au microscope, les parties anciennes et les cristallisations nouvelles, avec des contacts tranchés, des lentilles ou des veines ou encore des cristaux indépendants largement développés, venites (au sens de Holmquist), gneiss rubanés et œillés[3].

Les *gneiss à faciès d'anatexie* de J. J. Sederholm sont aussi des gneiss d'injection, mais qui constituent une transition entre le type le plus commun et les migmatites non gneissiques ou les granites migmatiques et, dans un certain sens, ce sont déjà des migmatites[4].

En accord avec l'interprétation de René Perrin (qui est d'ailleurs plus absolue et concerne tous les granites), en accord avec

1. Note présentée à la séance du 15 novembre 1937.

2. La notion même d'injection est ancienne et due aux géologues français, Elie de Beaumont, Fournet et surtout Auguste Michel-Lévy.

3. C. E. Wegmann propose (*Geol. Rundschau*, 1935, t. 26, p. 347) que le terme d'injection soit réservé au cas des injections pneumatolithiques ou hydrothermales. Je serais volontiers d'accord en principe. Mais en raison des difficultés que l'on éprouve à établir le véritable mode génétique et de l'association possible de divers modes, diffusion atomique, imbibition, injections, et même fusion d'après certains auteurs, dans les grandes zones « d'injection », j'utilise, pour ne pas créer de terme nouveau, le terme de gneiss d'injection dans le sens habituel, assez large, surtout descriptif. Dans la présente note, ce terme n'implique pas un mode génétique absolument déterminé au sens physique. Je laisse complètement de côté ici les problèmes de genèse.

4. Bien qu'une extension plus large encore du sens du mot « migmatite » puisse être à certains égards justifiée, il me semble préférable, pour la clarté des descriptions et des cartes, de réserver cette expression au cas où il y a mélange des parties anciennes avec des parties granitiques, aplitiques, pegmatiques (artérites, nébulites, agmatites, gneiss d'anatexie, etc., de J. J. Sederholm) et non pas seulement formation de minéraux en lits ou amandes par injection.

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

les idées de Wegmann et Kranck (1931 et 1935) et avec mes indications de 1935, il me semble probable que les granites migmatiques et à plus forte raison les migmatites (sauf cas particulier à examiner) [1] n'ont pas été fondus, même partiellement, de telle sorte que la différence entre un granite migmatique et un gneiss d'injection consisterait seulement en ceci que l'apport et l'homogénéisation ont été plus grands dans le premier cas et que la structure gneissique y a presque complètement disparu.

D'autre part, en dehors des gneiss d'injection, les grandes séries gneissiques de métamorphisme régional comprennent des paragneiss à peu près francs, nés par métamorphisme thermique (et parfois dynamique) sans apport magmatique et des gneiss comportant un apport magmatique plus ou moins important, soit par imbibition, c'est-à-dire sous forme de solutions (la possibilité d'un tel mode est discutée par René Perrin), soit par diffusion atomique à l'état solide. Sur le terrain, on sépare assez bien ces gneiss des gneiss d'injection. Ils sont en moyenne plus homogènes, à grain souvent plus petit et plus régulier, avec des séparations moins tranchées. Les éléments anciens et ceux d'apport y sont indistincts ou moins distincts. Suivant le mode d'apport, on pourrait les désigner sous le nom de *gneiss d'imbibition* ou de *gneiss de diffusion*. Mais comme, en l'état actuel de nos connaissances, il paraît difficile de séparer ces deux modes, ou d'affirmer de manière absolument certaine que l'un d'eux (par exemple la diffusion) est prépondérant par rapport à l'autre ou exclusif de l'autre, je préfère les désigner sous le nom commun de *gneiss d'imprégnation*, sans faire d'hypothèse trop précise sur leur genèse.

Je distingue ainsi :

Granite franc, granite migmatique et parfois migmatites, gneiss d'imprégnation, paragneiss, micaschistes. Les gneiss d'injection et parfois des roches cristallines grenues ou des orthogneiss viennent s'intercaler dans cet ensemble à divers niveaux entre le granite et les micaschistes.

II. — Historique sommaire.

Suivant les idées exprimées pour d'autres parties du Massif Central par Auguste Michel-Lévy, Pierre Termier avait, en 1889, considéré les gneiss alcalins des Cévennes comme les produits d'une granulitisation. Mais en 1906, en collaboration avec

1. En particulier pour la partie magmatique des artérites.

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

Georges Friedel, il les attribua à une nappe d'origine inconnue et les considéra comme provenant probablement du laminage d'un granite alcalin. Lorsque je repris l'étude de cette région en 1920, je fus ramené par un détour tectonique, à savoir l'observation d'un premier laminage et la cristallisation ultérieure d'éléments granulitiques, à l'idée générale de la granulitisation[1] et indiquai en 1926 que « *les gneiss granulitiques résultent de la granulitisation de gneiss anciens* » et d'une manière plus précise en 1929[2] qu « *'ils sont pour une part des orthogneiss liés aux granulites massives, pour une autre part des gneiss d'injection qui se sont développés au détriment de paragneiss antérieurs.* »

Enfin, en 1933[3], j'indiquai que les gneiss alcalins laminés sont eux-mêmes pour la plus grande part des gneiss d'injection. Par la suite, j'ai signalé des gneiss d'injection sur beaucoup d'autres points dans le Massif Central et montré leur signification dans la tectonique profonde dans mes notes de 1935.

La notion de gneiss d'injection est maintenant en voie de devenir classique en France. Les embréchites et anatexites de J. Jung et M. Roques sont des gneiss d'injection. L'importance des gneiss d'injection dans les Cévennes a été confirmée tout récemment par H. Longchambon[4] qui signale en des termes voisins de ceux de ma note de 1926 « que ces terrains apparaissent comme formés par action magmatique sur une série cristallophyllienne ancienne. » Enfin, comme je l'avais fait pour les Cévennes, N. Oulianoff a insisté d'une manière générale sur la fréquence des gneiss d'injection dans des séries classées antérieurement comme orthogneiss[5].

III. — Position et nature des gneiss d'injection.

Dans le complexe *cristallophyllien et cristallin cévenol* il résulte de toutes mes notes de 1929, 1933, 1935, que les gneiss d'injection y apparaissent entre le granite gneissique ou migmatique de base et les gneiss feuilletés supérieurs ou les micaschistes. Pour le détail, je renvoie à mes textes antérieurs.

Dans *la partie ouest du Forez*, près de la Chaise-Dieu, au-dessus du granite franc, du granite gneissique et de gneiss d'imprégnation riches en biotite, j'ai observé aussi (feuille de Monis-

1. A. Demay. *CR. Ac. Sc.*, 1926, t. 182, p. 794.
2. A. Demay. Comptes rendus Congrès Géol. Pretoria, 1929, p. 16.
3. A. Demay. *C. R. s. Soc. Géol.*, 1933, t. 3, p. 180.
4. H. Longchambon, *CR. Ac. Sc.*, 1935, t. 201, p. 398, 1937, t. 205, p. 568.
5. N. Oulianoff. *Bull. Soc. vaudoise de Sciences naturelles*, t. 58, 1934, p. 173.

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

trol, 2e éd. en impression) une zone de gneiss alcalins d'injection. Plus haut dans les micaschistes se trouve logé le granite porphyroïde de la Chaise-Dieu. Les gneiss d'injection de la Chaise-Dieu, comme ceux des Cévennes, passent parfois à de la granulite (entre la Chaise-Dieu et Malvières).

Dans la partie est du Forez, près de Boën, j'ai observé dans mes recherches de 1931, pour l'établissement de la feuille de Lyon au 1/320.000e, au-dessus du granite franc, un granite gneissique, en partie migmatique, puis des gneiss d'injection et des masses granulitiques qui, au moins dans leur ensemble, semblent ne pas traverser le granite, mais reposer sur lui. Puis vient un complexe de métamorphisme faible et du microgranite. La description des conditions d'injection syntectonique (que j'ai évoquées pour cette région en 1933) et des glissements avec écrasement qui affectent cet ensemble sortirait du cadre de cette note qui a trait uniquement au côté magmatique dans le problème de la tectonique profonde.

J'ai montré en 1931 et 1935 que des gneiss œillés alcalins qui sont des gneiss d'injection, occupent une place analogue dans *le Rouergue*, entre les schistes sériciteux et le granite gneissique de base [1].

Plus récemment, *dans le Cantal*, j'ai observé de même, au-dessus de granite franc leucocrate et de granite migmatique, masqués presque entièrement par les coulées volcaniques du Cantal, des gneiss d'injection liés à ce granite et, à des niveaux plus élevés, d'autres gneiss d'injection ou des granulites gneissiques.

Tous les cas qui viennent d'être évoqués correspondent, avec des particularités qui sont propres à chacun, à la description générale que j'ai donnée en 1935, à propos de la tectonique profonde.

D'autre part, j'ai indiqué, dès 1926 pour les gneiss granulitiques à grain fin entre Planfoy et Doizieu dans le Pilat, que « la régularité de l'imbibition leur a donné dans une certaine zone les caractères d'un horizon ». D'une manière plus générale, la forme laccolitique des zones d'injection dans les régions à structure tangentielle [2], la localisation approximative des zones d'injection au-dessus du granite et au-dessous des micaschistes et gneiss supérieurs leur donnent dans une certaine mesure l'aspect

1. A. Demay. *CR. Ac. Sc.*, 1931, t. 193, p. 1100. *Bull. Soc. Géol. France* (5), t. 5, 1935, p. 8 et 12.

2. A. Demay. *CR. Ac. Sc.* (23 déc. 1935), t. 202, 1936, p. 80. *Bull. Soc. Géol. France*, 1935, 5e, t. 6, p. 175.

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

d'un niveau régulier. Dans la note précitée de 1937 (*op. cit.*), H. Longchambon considère les gneiss à muscovite et sillimanite comme une formation géologique importante, caractéristique d'une zone de métamorphisme avec apport chimique [1].

Pourtant, *l'aspect d'horizon ou de niveau régulier ne doit pas faire illusion.* Comme je l'ai montré depuis longtemps dans les Cévennes, ces zones d'injection se terminent latéralement en biseau ou en bord de lentille. Elles peuvent faire totalement défaut. Par exemple, j'ai décrit la disparition progressive des puissantes zones d'injection du Pilat à l'Ouest de Saint-Etienne (feuille de Monistrol). On observe là cependant comme plus à l'Est le granite de base, des gneiss d'imprégnation à biotite, des paragneiss et des micaschistes. Mais les gneiss alcalins d'injection font défaut. Ceci montre bien qu'il s'agit d'injections fréquentes à un certain niveau au-dessus du granite, mais non pas nécessaires ou liées obligatoirement à la montée ou à la mise en place du granite, exactement comme des aplites, microgranites ou pegmatites existent parfois en bordure d'un massif granitique mais non pas partout.

D'autre part, *les zones d'injection se répètent souvent à plusieurs niveaux*, séparées par des paragneiss ou des gneiss d'imprégnation granitique, sans qu'il y ait duplicature tectonique, de telle sorte que l'affleurement de bandes, ellipses ou lentilles échelonnées parallèlement pose dans chaque cas le problème de savoir s'il s'agit d'une réapparition due à un plissement postérieur ou de niveaux différents. Dans les Cévennes septentrionales, c'est la nature des roches antérieures à l'injection qui m'a conduit à la conclusion qu'il s'agit de plusieurs niveaux (*op. cit.*, 1933, 1935). La nature des gneiss d'injection eux-mêmes peut aussi servir de guide. A la base d'un complexe cristallophyllien et cristallin, les gneiss d'injection comportent souvent des parties granitiques en lits ou amas irréguliers mêlées aux gneiss. (c'est le type des gneiss d'anatexie de J. J. Sederholm), tandis qu'à des niveaux plus élevés, on observe souvent des bandes feld-

1. Dans la même note, H. Longchambon apporte, en accord avec les travaux antérieurs d'Auguste Michel-Lévy, des indications d'un très grand intérêt sur le mécanisme minéralogique et chimique de l'injection, en particulier sur la formation de sillimanite et l'isolement d'oxyde de titane dans les feldspaths roses des gneiss d'injection. Bien qu'ayant orienté les recherches dans un sens différent, celui de la succession des phénomènes dynamiques et magmatiques, j'ai cependant noté en 1930 (*Mém. Serv. Carte Géol.*, 1930, p. 341) l'existence de sillimanite dans les gneiss œillés cévenols et montré en 1930 au cours d'une excursion du Centenaire de la Société Géologique de France (*B.S.G.F.*, 4e t. 30, 1930, p. 1290) au-dessous des gneiss d'injection cévenols des granulites à gros nids de cordiérite, déjà observées par Pierre Termier.

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

spathiques ou quartzeuses ou encore des amandes ou cristaux isolés. C'est à cette différence que correspondent, semble-t-il, les dénominations données par J. Jung et M. Roques d'anatexites et d'embréchites. Mais le faciès anatexique et même des roches grenues (granite ou granulite) peuvent exister aussi en dehors des niveaux de base (par exemple dans les gneiss d'injection de la zone du Pilat). D'autre part, à la base (par exemple dans la zone des Trois-Dents de la même région) on observe à la fois des roches du type des gneiss œillés ou rubanés et des gneiss présentant des faciès d'anatexie. Sans méconnaître l'intérêt de cette séparation, lorsqu'elle est suffisamment nette sur le terrain, j'ai été ainsi conduit dans les Cévennes à distinguer les gneiss d'injection des zones successives, non par des désignations lithologiques, mais par des noms de lieux ou par des indices sur la carte (ζt, ζp, ζl), quitte à en décrire par ailleurs les caractères suivant les points. C'est d'ailleurs surtout une difficulté de dénomination. Mais souvent (Cévennes, Cantal, etc.), *les caractères moyens et aussi les particularités du jeu dynamique et magmatique*, permettent de distinguer les niveaux d'injection échelonnés.

IV. — Gneiss d'injection et roches grenues.

Dans la terminologie ancienne, les gneiss que nous désignons aujourd'hui sous le nom de gneiss d'injection sont toujours rattachés à une venue éruptive déterminée. Ce sont des micaschistes ou gneiss granitisés ou granulitisés ($\zeta_1\gamma^1$, $\zeta^1\gamma_1$, $\zeta_1\gamma^1$, $\zeta^1\gamma^1$, $\zeta^2\gamma^1$, etc). Une telle désignation peut, dans certains cas, être faite facilement et correspond vraiment à la réalité. Dans les grandes zones d'injection le problème est plus difficile. Dans les Cévennes septentrionales et sur beaucoup d'autres points dans le Massif Central, on distingue plusieurs types de roches grenues, granite à grain moyen riche en biotite, granite aplitique ou aplite riche en biotite, granite aplitique clair sans muscovite, granite aplitique à muscovite, granite clair à grain moyen, du type des granites leucocrates, pauvres en biotite, mais sans muscovite ou avec muscovite assez rare, granite à deux micas typique (granulite des auteurs français). Enfin il faut ajouter à cette série des pegmatites. Certains de ces types ne sont que des aspects différents d'une même venue. Mais d'autres, par exemple les granulites franches, sont souvent nettement postérieures au granite riche en biotite et le traversent. Les aplites semblent tantôt un faciès de bordure ou de diffusion du granite (aplites

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

granitiques), tantôt (aplites à muscovite) une venue légèrement postérieure. Les pegmatites sont elles aussi probablement, pour la plupart, légèrement postérieures au granite. Quant au granite leucocrate il se présente souvent comme une simple variation du granite normal, mais de même que les pegmatites, il semble parfois un peu postérieur. De là vient la difficulté de rattacher les gneiss d'injection à une action magmatique parfaitement déterminée. Aussi ai-je pris soin [1] à propos des zones d'injection cévenoles de noter entre parenthèse simultanément plusieurs de ces types.

Un exemple concret fera mieux ressortir le problème. Dans la zone d'injection inférieure des Cévennes septentrionales existent souvent de belles granulites gneissiques, orientées, mais d'apparence intacte. Mais sur d'autres points, en l'absence de granulites, existent des gneiss d'injection rubanés ou œillés qui passent à un granite clair ou au granite normal (avec contact syntectonique). Sur un point, au pas du Riots au SW de Saint-Étienne, que j'ai signalé depuis longtemps, il y a continuité, et tout d'abord aucun laminage visible ; le glissement tectonique et les déformations qui l'accompagnent n'apparaissent dans les gneiss d'injection que plus haut, au-dessus de la limite lithologique. Dans ce cas, il semble bien que les gneiss d'injection inférieurs proviennent de l'action du granite, ou, pour ne pas faire d'hypothèse sur le mode génétique, ont pris naissance à peu près en même temps que lui. Ce seraient des $\zeta\gamma$ et non pas des $\zeta\gamma^1$; on est alors conduit pour les granulites gneissiques de la même zone à admettre au moins deux temps d'injection.

Un autre exemple concret peut être pris dans la zone d'injection du Pilat. On y voit souvent de beaux gneiss d'injection à grands feldspaths laminés, serrés les uns contre les autres. Ils présentent l'aspect de pegmatites laminées et, au moins pour une petite part, ce sont vraiment des pegmatites laminées. Cependant, dans la même zone, comme je l'ai expliqué antérieurement, *cette injection, le laminage qui l'accompagne ou la suit, puis la formation de granulites gneissiques ou de granulites franches intactes semblent constituer, d'après l'étude microtectonique, des aspects successifs d'un même phénomène plutôt que des phases vraiment distinctes.* Ce seraient donc des gneiss d'injection granulitiques (naturellement avec injection syntectonique). Mais si on les note ainsi, cela semble indiquer que ces

1. A. Demay. *CR. Ac. Sc.*, 1935, t. 200, p. 2197.

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

gneiss d'injection sont liés aux filons ou amas de granulite franche de la région. Or, ceux-ci, dans plusieurs cas, semblent être post-tectoniques.

L'expression de gneiss granulitique masque en somme un phénomène bien plus complexe, à plusieurs temps, où l'injection est en liaison avec la formation du granite normal, ou de granite leucocrate, ou de pegmatite ou de granite à deux micas ou de plusieurs de ces termes successivement.

Si l'on examine maintenant pour les mêmes régions *la position et le rôle des roches grenues* intercalées dans un complexe cristallophyllien et cristallin, on voit, conformément aux idées exprimées depuis longtemps par Auguste Michel-Lévy et par les auteurs des premières éditions des cartes au 1/80.000e, que les granulites, comme les gneiss d'injection alcalins, se logent habituellement entre le granite de base et la partie haute du complexe. C'est donc un niveau dans un certain sens, mais qui couvre en verticale un large intervalle depuis le granite jusqu'aux micaschistes. C'est en outre un niveau complexe avec des zones répétées.

Quant à la cause du phénomène, elle touche au problème controversé de la différenciation magmatique. Pour le Rouergue, j'ai parlé en 1931 d'une zone de concentration des fumerolles au-dessus du granite de base (j'ajouterai ou de diffusion atomique). Ce n'est qu'une manière d'exprimer le phénomène sans l'expliquer. Le mécanisme est incertain, mais le fait lui-même est d'une grande généralité. Il se rattache de manière évidente au phénomène classique des filons d'aplite, de pegmatite ou de granite leucocrate qui traversent un massif granitique, avec une disposition géométrique différente, liée à mon sens aux conditions orogéniques contemporaines de la mise en place magmatique.

V. — Gneiss d'imprégnation granitique.

Les gneiss d'imprégnation définis au paragraphe I tiennent une grande place dans les séries gneissiques de métamorphisme régional, à côté des gneiss d'injection qui, dans leur ensemble, leur sont, en général, légèrement postérieurs. D'après C.E. Wegmann (*op. cit.*, nov. 1935) le métamorphisme régional résulte de l'apport magmatique dans la zone de transition (Übergangszone) au-dessus de la zone de migmatisation (Unterbau). J'ai lié de même, en décembre 1934 et en juin 1935, le

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

métamorphisme régional et la montée du granite [1] et émis de manière plus précise, en décembre 1935 [2], l'hypothèse que le métamorphisme régional résulterait de la conjonction de deux phénomènes, action magmatique et phénomènes dynamiques.

Dans les cas que j'ai étudiés (bien qu'ils se rapportent à une grande partie du Massif Central, il faut se garder de généraliser), il est essentiel de noter que des gneiss feuilletés, parfois même presque des micaschistes apparaissent en certains points jusqu'à la base du complexe, au-dessous même des gneiss d'injection inférieurs, près du granite. L'essentiel du métamorphisme visible doit donc être attribué à la montée du granite et à l'élévation de température liée à cette montée. Dans tous les cas visés ci-dessus, *rien ne permet de définir un métamorphisme profond indépendant de l'action granitique.* Dans ce sens, il est frappant de noter le caractère des enclaves dans le granite. Ce sont le plus souvent des paragneiss bien feuilletés et non pas des gneiss d'imprégnation ou d'injection. Ils ont été, semble-t-il, protégés contre les phénomènes d'injection et contre les phénomènes dynamiques par leur emprisonnement dans le granite. De même, il est probable que la présence de cordiérite dans le substratum granito-gneissique du complexe cévenol, et aussi à un degré moindre dans le complexe, qui résulte des observations anciennes de Pierre Termier, et la présence des granulites à cordiérite signalées plus haut, ne traduit pas l'existence d'un étage à cordiérite indépendant de la granitisation, mais seulement l'influence du granite à une profondeur suffisante, les gneiss à cordiérite ayant été absorbés eux-mêmes en partie ultérieurement par du granite ou de la granulite. Le phénomène semble correspondre au « front de la cordiérite » défini par C.E. Wegmann (*op. cit.*, 1935).

Comme il est naturel, dans ces gneiss d'imprégnation granitique, les gneiss les plus compacts, les plus proches d'aspect d'un granite sont en général à la base. Pourtant, de même que pour les gneiss d'injection, on observe des irrégularités sensibles dans l'action granitique. Dans le massif du Pilat, j'ai signalé depuis longtemps une zone de gneiss granitoïdes et parfois même de granite au sommet de la série de Pouyardière. Cette apparence pourrait être due à un pli couché, mais en raison de l'analogie avec ce qui se passe pour les grandes zones d'injection, l'existence d'une zone plus fortement granitisée à un certain

1. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 1935 (5), t. V, p. 11. *CR. Ac. Sc.*, 1935, t. 200, p. 2197.
2. A. Demay. *Bull. Soc. Geol. Fr.*, 1936, (5), t. VI, p. 178.

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

niveau apporte de ce fait une explication plus simple et, me semble-t-il, plus probable.

Conclusions.

Comme je l'ai indiqué depuis 1929, les gneiss dits d'injection tiennent une grande place dans les complexes cristallophylliens et cristallins du Massif Central. En même temps que des roches grenues plus acides que le granite de base (en particulier des granulites) ils se logent entre ce granite et les gneiss feuilletés supérieurs ou les micaschistes. L'aspect de niveau régulier qu'ils présentent parfois ne doit pas faire illusion sur leur continuité réelle. Les zones d'injection se terminent en biseau ou en bord de lentille. Elles font parfois défaut. Elles se répètent. On distingue les zones successives, soit par la nature des roches antérieures à la cristallisation qui leur a donné naissance, soit par certains caractères des gneiss d'injection eux-mêmes, qui n'ont cependant pas une valeur absolue, mais seulement moyenne (faciès d'anatexie, gneiss œillés ou rubanés, etc.). Les gneiss d'injection se forment en liaison, soit avec le granite normal, soit avec un granite plus clair, soit avec des pegmatites, soit avec du granite à deux micas (granulite), soit successivement avec plusieurs de ces types. En dehors des gneiss d'injection, les gneiss d'imprégnation granitique tiennent souvent une grande place dans les complexes cristallophylliens. Dans tous les cas évoqués par la présente note, le métamorphisme régional essentiel est en rapport avec la montée du granite. S'il a pu exister auparavant des micaschistes et des paragneiss de zones assez hautes, rien ne permet d'y définir un métamorphisme profond, indépendant de l'action granitique.

Enfin, bien que cet aspect ait été complètement laissé de côté dans la présente note, il ne faut pas oublier que dans tous les cas, les phénomènes dynamiques ont alterné ou coïncidé avec les phénomènes magmatiques ; tandis qu'en sens inverse l'attention particulière que j'ai portée ailleurs aux phénomènes dynamiques, ne doit pas faire perdre de vue le côté magmatique du phénomène et une certaine régularité dans la succession des zones d'influence magmatique et d'injection. Les glissements et mouvements différentiels n'altèrent pas cet ordre de manière très sensible, comme il résulte clairement de mes notes précédentes sur la tectonique profonde. Ceci paraît d'autant plus naturel que la mise en place ou la formation du granite et les

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

injections magmatiques sont en rapport avec certaines phases des mouvements et souvent postérieures à une partie importante de l'évolution orogénique et parfois, dans certaines régions (en dehors des Cévennes septentrionales) d'allure presque post-tectonique.

Dans les Cévennes septentrionales l'interprétation à laquelle j'ai abouti, à partir de 1933, constitue, avec beaucoup de données et de précisions nouvelles, en particulier sur les injections syntectoniques, sur le jeu alternant des phénomènes dynamiques et magmatiques et sur la tectonique profonde, une solution intermédiaire entre l'interprétation de Pierre Termier de 1889, pour les gneiss granulitiques des feuilles de Saint-Étienne, Valence et Monistrol et son interprétation de 1905 qui attribuait les mêmes roches à une nappe d'origine inconnue, étrangère à son substratum.

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

Remarques sur la structure de l'Hindou-Kouch

par **H. de Cizancourt** [1]

avec la collaboration de

M^me^ **H. de Cizancourt** et de **H. Vautrin.**

Résumé

L'Hindou-Kouch peut se diviser en plusieurs zones de faciès et d'origine différentes, dont les caractères stratigraphiques sont rapidement indiqués. L'existence sur le flanc méridional d'une fosse subsidente remplie par le Crétacé inférieur est établie.

La comparaison avec les régions voisines du Pamir, de l'Himalaya et de la partie orientale de l'Iran permet de reconnaître le prolongement de certains de leurs éléments structuraux en Afghanistan.

AVANT-PROPOS

Pendant le printemps et une partie de l'été 1936, j'ai eu l'occasion, accompagné de M^me^ de Cizancourt et de H. Vautrin, d'entreprendre un voyage d'exploration géologique en Afghanistan.

Notre étude a porté principalement sur les formations mésozoïques et tertiaires qui ceinturent l'Hindou-Kouch, et c'est ainsi que nous avons successivement visité, dans un circuit qui se fermait à Caboul, le Turkestan Afghan, la région d'Herat et de Farah [2], le Seistan et l'Helmand, la frontière du Sud-Est enfin. A titre indicatif j'indiquerai que nous avons parcouru 13.400 km. en automobile, auxquels s'ajoutent quelques centaines d'autres, effectués à cheval ou à chameau.

Ce rendement n'a été obtenu que grâce aux facilités et à l'aide matérielle qui nous ont été généreusement accordées par le Gouvernement Afghan, et c'est plus particulièrement à S.A.R. Sardar Mohammed Hachem Khan, premier Ministre d'Afghanistan, S.A.R. Shah Wali Khan, Ministre d'Afghanistan à Paris, S.E. Faiz Mohammed Khan, Ministre des Affaires Étrangères que doit s'exprimer notre respectueuse reconnaissance. L'extrême bienveillance et le constant appui que ne nous

1. Conférence faite le 6 décembre 1937.
2. M. Vautrin dut ici interrompre son voyage et nous quitta à Farah.

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

ménagea pas M. Dollot, alors Ministre de France à Caboul, nous fut particulièrement précieux, et je le prie de trouver encore ici l'expression de nos remerciements. Je dois aussi citer les noms de Mohammed Kassem Khan et de Sayed Abd-el-Ahad Khan, qui furent nos interprètes et nos dévoués compagnons de route.

Je suis enfin redevable à M. Emm. de Margerie et à M. Ch. Jacob d'intéressantes indications bibliographiques qui me furent d'un grand secours dans la rédaction de cette note.

L'Afghanistan, jusqu'ici, a été peu étudié par les géologues, et ceci ne fait que donner plus de valeur encore aux travaux des premiers explorateurs qui l'ont parcouru dans des conditions souvent extrêmement difficiles : il convient en particulier de citer les noms de C.L. Griesbach et de Sir H.H. Hayden dont les observations sont aujourd'hui encore à la base de nos connaissances. Plus récemment, R. Furon, puis E. Trinkler et K. Brückl ont apporté des données nouvelles concernant plus particulièrement la partie centrale de l'Hindou-Kouch.

L'intérêt principal de notre voyage a été de nous permettre de visiter, à la seule exception des hautes chaînes, très rapidement traversées, les grandes régions naturelles de l'Afghanistan, ce qui, depuis Griesbach — dont les travaux remontent à exactement cinquante ans — n'avait plus été réalisé par aucun géologue, à ma connaissance du moins, et c'est là l'excuse que j'invoquerai en essayant de présenter aujourd'hui, sinon une synthèse de la géologie de l'Afghanistan, ce qui serait encore prématuré dans l'état actuel de nos connaissances, mais au moins quelques considérations générales et quelques comparaisons avec les régions voisines.

Avant cependant d'exposer les résultats de notre voyage, je pense qu'il n'est peut-être pas inutile de rappeler très brièvement les grandes lignes de la géographie de l'Afghanistan.

L'Afghanistan est essentiellement le territoire occupé par le nœud montagneux de l'Hindou-Kouch et par ses dépendances, les plaines du Turkestan afghan au Nord, du Seistan et du Registan au Sud. Cette disposition peut à première vue étonner, car nous sommes plus volontiers habitués à considérer que les montagnes servent de frontières entre les états et les plaines de centres de culture ; il suffit cependant d'avoir parcouru le pays pour comprendre que ces relations sont ici exactement inverses : les neiges de l'Hindou-Kouch dispensent largement l'eau dans les riches vallées que séparent des montagnes sévères et les centres urbains sont fréquemment répartis au pied des hauts

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

sommets, Caboul, Ghazni, Bamian, Charikar sont dans ce cas. De même au point où les rivières quittent la montagne pour se perdre dans les dépressions désertiques, s'établissent des centres d'échange importants — Khanabad, Tash-Kurghan, Mazar-i-Sherif, Herat, Farah, Kandahar — au delà desquels, les plaines, steppes en partie couvertes de sable, forment ici au contraire les véritables frontières naturelles d'une unité géographique dont le développement est essentiellement lié à la montagne.

Dans cette montagne nous distinguerons, au Nord-Est, la région de l'Hindou-Kouch proprement dit, avec le Badakhshan, le Kafiristan — aujourd'hui Nuristan — le Kohistan, dont les sommets se maintiennent au-dessus de 4.000 m. Ils se rattachent directement au Pamir, au Karakorum et au Chitral. De ce nœud montagneux, se détachent au Sud-Est l'Hazarajat, et au Nord les montagnes du Band-i-Turkestan, qui se prolongent par le Koh-i-Band-i-Baba dans le Khorassan iranien. Les plaines, le Turkestan afghan au Nord, le Seistan et le Registan au Sud, limitent ce domaine et sont parcourues, la première par l'Amou-Daria, les autres par l'Helmand. Enfin, à ces éléments, il convient d'en ajouter un troisième : les chaînons issus du Belouchistan qui forment la frontière du Sud-Est et que, faute d'un terme géographique local, j'appellerai les chaînons afghano-belouches.

Les régions naturelles que nous venons de distinguer coïncident sensiblement avec de grands ensembles structuraux et avec des zones de faciès bien caractérisées.

Les points que je compte plus particulièrement développer ici concernent la définition des zones naturelles de l'Hindou-Kouch et leur liaison avec les éléments qui ont été distingués, à l'Est dans les chaînes himalayennes et à l'Ouest en Iran. Avant de passer à ces conclusions, je rappellerai rapidement les caractères stratigraphiques des régions naturelles de l'Afghanistan, sans insister sur le détail des séries.

CARACTÈRES STRATIGRAPHIQUES DES RÉGIONS NATURELLES DE L'AFGHANISTAN

Hautes chaînes.

Les hautes chaînes de l'Hindou-Kouch, que nous envisagerons en premier lieu, correspondent essentiellement à l'affleurement des terrains cristallins et paléozoïques. Quoique nous n'ayons fait que les traverser rapidement sans apporter d'observations

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

personnelles sur ce sujet, je pense qu'il convient de dire un mot de ces formations, d'après les travaux de H.H. Hayden [37] en particulier, et ceux plus récents de Furon [21].

Au Nord de Caboul, on trouve une série comprenant essentiellement :

A la base des gneiss et des quartzites injectés de granite.

La série d'Hajigak : schistes et calcaires à hématite renfermant une faune dévonienne.

La série de l'Helmand, schistes et quartzites non datés (Carbonifère inférieur et moyen).

Les calcaires à Fusulines, dont la faune est ouralo-permienne, et qui seraient discordants sur les termes précédents [37, 21, 36].

Vers l'Est, on retrouve le prolongement de ces séries dans le Chitral [38] où elles forment le passage au Karakorum. En liaison avec ces formations on note de grands massifs granitiques, dont l'âge est considéré comme paléozoïque [37], ce qui, par ailleurs, concorde avec ce qu'on connaît plus à l'Est [12].

A l'Est de Caboul, on a reconnu des faciès différents, et sur un substratum de gneiss et de schistes métamorphiques repose la série de Khingil [37], constituée par un calcaire contenant, à la base la faune à *Productus* du Carbonifère et au sommet, du Trias à Ammonitidés de faciès himalayen.

Vers l'Ouest, on retrouve du Carbonifère dans le Band-i-Baïan [63], puis dans le Khorassan iranien, où Griesbach [28, 32] a signalé du Paléozoïque, représenté encore ici par des calcaires dévoniens et des calcaires à *Productus* du Carbonifère. Je ne m'étendrai pas davantage sur le Paléozoïque afghan, pour cette double raison que son extension est encore mal connue et que nous ne l'avons pas étudié : les seuls points sur lesquels il est intéressant d'insister concernent l'existence d'une discordance calédonienne, marquée par une lacune [37] ou par une discordance [21] à la base de la série d'Hajigak, et d'une discordance hercynienne à la base des calcaires à Fusulines [21].

Le Band-i-Turkestan [1].

Sur tout le flanc nord de l'Hindou-Kouch, le Trias repose en discordance sur le Paléozoïque, montrant ainsi l'importance d'une deuxième phase hercynienne.

Le Trias est constitué par ce que Hayden [37] a appelé la série de Doab. Elle comprend essentiellement des tufs volca-

1. Nous appliquons ici cette dénomination à la zone mésozoïque du flanc nord de l'Hindou-Kouch, en généralisant un terme local.

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

niques et des coulées intercalés de schistes et de grès. Vers l'Ouest, dans le Koh-i-Band-i-Baba, on rencontre des conglomérats à éléments de roches éruptives, des grès, avec tufs et brèches volcaniques intercalés et qui sont sans doute l'équivalent de la série de Doab [29].

Séparées par une nouvelle discordance, les couches de Saighan [37] sont constituées par une puissante série de schistes et de grès, à plantes, renfermant des couches de charbon, et que Griesbach avait considérée comme en partie triasique [30, 32]. La détermination des débris végétaux a montré leur âge jurassique moyen [57], rhétien à la base [21]. Ce faciès du Jurassique est bien connu dans toute l'Asie centrale : ce sont les couches de l'Angara que nous retrouvons dans le Boukhara et le Ferghana. Le Jurassique supérieur manque.

Sur ces séries à plantes, ou parfois directement sur le socle paléozoïque, repose le Crétacé inférieur, lui aussi continental et essentiellement constitué par une épaisse série de grès rouge, qui avait déjà frappé les premiers explorateurs. Leur âge a été considéré par Griesbach comme Jurassique au début de ses travaux [29, 30], puis comme Néocomien [32], d'après la trouvaille dans le Khorassan d'une Térébratule sous cet étage [37]. Mais ceci est en réalité basé sur une confusion stratigraphique et tout ce que nous pouvons aujourd'hui affirmer est que cet étage est antérieur à l'Albien. Les grès rouges se terminent généralement, et commencent parfois, par un épisode lagunaire de marnes rouges à gypse [37, 30, 21] qui semble même localement, dans le Kataghan, être seul représenté et qui contient là les gisements de sel de Namak-Ab, considérés à tort comme tertiaires [8]. En Asie Centrale encore, le faciès des grès rouges est bien connu et on le retrouve à l'Ouest dans les hauts plateaux iraniens, tandis qu'au contraire un Crétacé inférieur marin a été observé dans la Perse du Nord [56].

La transgression du Crétacé moyen et supérieur, qui remplace par des formations calcaires et marneuses marines les dépôts continentaux qui, du Trias au Crétacé inférieur, avaient recouvert le flanc nord de l'Hindou-Kouch, a déjà été signalée par les premiers explorateurs de l'Afghanistan [30, 32, 37]. Quelques trouvailles isolées ont montré que le Crétacé moyen et le Crétacé supérieur étaient représentés [5, 21, 30, 37]. Sans vouloir ici insister sur le détail de la stratigraphie du Turkestan, qui sortirait du cadre de cette conférence, je signalerai seulement que nous pouvons préciser l'âge albien de la transgression, marquée par *Eoradiolites* aff. *Davidsoni* Hill, *Toucasia carinata* Math., var.

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

compressa PAQ., *Pseudonerinea gardonensis* COSSM. Le Cénomanien et surtout le Turonien marno-calcaires ont été datés par des faunes d'Ammonites et d'Inocérames. Ils sont surmontés par des calcaires du Crétacé supérieur qui renferment des Orbitoïdes, et en particulier *Orbitella Tissoti* SCHLUM. var. *Vredenburgi* DOUV. à la base[1], *Orbitella apiculata* SCHLUM. et *Orbitocyclina minima* DOUV. au sommet. Leur âge campanien-maestrichtien est donc bien établi. Vers l'Ouest, au contraire, sur les hauts sommets du Koh-i-Band-i-Baba, ils sont remplacés par des grès rouges reposant sur le Sénonien inférieur marin et que Griesbach avait confondu avec les grès rouges du Crétacé inférieur [29].

Séparé enfin du Crétacé supérieur par une légère discordance, l'Éocène inférieur et moyen est sous la forme classique de l'étage du Ferghana : couches à huîtres dans lesquelles les géologues russes ont distingué plusieurs niveaux dans le Boukhara et le Ferghana, sur lesquels il serait sans intérêt d'insister ici. Sur le Koh-i-Band-i-Baba, un faciès gréseux signalé par Griesbach mais rapporté au Tithonique [29], représente cet étage, où il a donné *Ostrea bellovacina* LMK., du Landénien du Tibet à la base. Une puissante série de grès et de marnes rouges fait suite aux argiles à huîtres ou parfois repose directement sur le Crétacé ; elle est coupée de zones conglomératiques et de discordances : c'est encore le faciès bien connu du Ferghana que nous retrouvons ici. Discordant sur cet ensemble, un puissant étage conglomératique représente vraisemblablement le Néogène le plus récent.

Les formations quaternaires enfin couvrent de grandes surfaces dans le Turkestan afghan, sous la forme de Loess qui a souvent une épaisseur considérable de plusieurs dizaines de mètres, de terrasses alluviales et enfin de dunes fixées ou mobiles qui, le long de l'Amou Daria, forment une bande d'une vingtaine de kilomètres de largeur, difficilement franchissable.

L'Hazarajat.

Si nous passons maintenant à la zone située au Sud de l'Hindou-Kouch, c'est-à-dire aux plis de l'Hazarajat méridional, nous

1. On sait que H. Douvillé [16] a décrit du Tibet, sous le nom d'*Orbitella Vredenburgi* une forme voisine d'*Orbitella Tissoti*, mais sans avoir pu en observer la nucléoconque. J'ai pu constater que celle-ci est identique, de même que la coupe équatoriale en général, à celle d'*Orbitella Tissoti* ; conformément aux vues de H. Douvillé on doit donc appeler cette espèce *O. Tissoti* var. *Vredenburgi*. Elle ne diffère d'*O. Tissoti* que par une épaisseur relative plus grande et, semble-t-il, par une surface moins ornée.

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

avons l'impression d'entrer dans un pays entièrement différent et qui d'ailleurs est encore très mal connu, n'ayant été étudié géologiquement que sur ses bordures. Il est essentiellement caractérisé par des montagnes déchiquetées, aux sommets découpés en invraisemblables dents de scie et constitués principalement par des calcaires massifs pénétrés d'intrusions de roches éruptives soit acides soit basiques. Ils sont disloqués au point que Griesbach [26], comme nous-mêmes, avait cru, au début, avoir affaire à du Paléozoïque.

Quoique nous n'ayons pu parcourir que très rapidement les confins méridionaux et occidentaux de cette région, nous avons pu reconnaître que sous ces calcaires se trouve une série de grès et de calcaires qui est généralement extrêmement broyée et coupée de filons. Elle avait partiellement échappé à l'attention de nos prédécesseurs et nous l'appellerons série de Sabzawar. Il nous a malheureusement été impossible d'extraire des fossiles des quelques lumachelles de Lamellibranches que nous y avons rencontrées, de sorte que nous sommes dans l'impossibilité de préciser son âge. Le substratum de ces couches est constitué, près de Sabzawar, par des porphyres verts et rouges avec tufs intercalés qui ne laissent aucun doute sur leur nature effusive, ou bien par des granites. Près d'Anardara, nous avons vu le passage des calcaires massifs aux couches de Sabzawar, mais près de Farah s'intercalent entre ces deux séries des conglomérats à éléments de roches éruptives, de sorte que le contact est peut-être transgressif. L'extrême dislocation de toute la série, son aspect souvent métamorphique, ne facilitent d'ailleurs pas les observations. Griesbach [25, 32] avait déjà remarqué ces conglomérats près de Kandahar, où ils sont accompagnés de grès et de schistes rouges et verts : ce sont ses « trappoid beds » qui sont certainement l'équivalent de nos couches de Sabzawar.

Les calcaires massifs lui avaient fourni des Rudistes, dans lesquels il avait cru voir des Hippurites : il était donc ainsi amené à les rapporter au Crétacé supérieur. Cependant, près de Herat, Douvillé [18] avait déterminé *Eoradiolites lyratus* Conr., forme cénomanienne du Liban et d'Égypte.

Nos observations apportent quelques précisions. A Anardara, les calcaires massifs contiennent *Eoradiolites* aff. *triangularis* d'Orb. et un peu plus bas *Orbitolina conoidea-discoidea* Gras, qui indiquent un âge probablement aptien et au plus cénomanien pour cette série. Mais ce qui est plus intéressant encore, nous avons trouvé, près de Kandahar, dans ces mêmes calcaires massifs, *Orbitolina* cf. *conulus* Douv., qui indique le Barrémien.

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

Ce point étant important à signaler, je précise qu'il s'agit, d'après plusieurs sections d'orientations diverses, d'une petite Orbitoline très conique de 1,8 à 2 mm. de diamètre et de 2 à 2,4 mm. de hauteur, dont les loges sont régulièrement emboîtées et divisées par des cloisons radiales (Fig. 1). Comme dans le type [15] les poutrelles de la couche externe sont très peu développées et parfois absentes. Il s'agit donc là d'une forme très primitive et qui paraît très voisine, sinon identique aux Orbitolines du Barrémien des Alpes figurées par Hovelacque [43] de même que des formes du Barrémien du Tibet décrites par H. Douvillé [16] comme *Orbitolina conulus* et *O. bulgarica*. Les Orbitolines du Chitral [19] sont trop imparfaitement figurées [38] pour qu'une comparaison soit possible. En tout cas cette forme est certainement plus ancienne que les autres Orbitolines provenant des régions himalayennes [11, 20, 65] et on peut la rattacher au Barrémien.

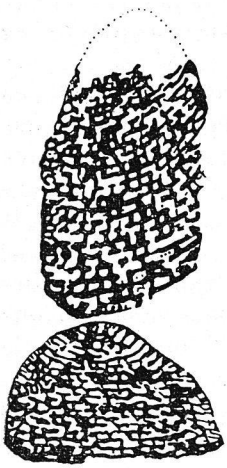


Fig. 1.
Grossissement × 15.

Ainsi donc nous sommes en mesure de préciser aujourd'hui que les calcaires massifs de l'Hazarajat méridional embrassent les étages du Barrémien à l'Aptien et montent tout au plus jusque dans le Cénomanien : ils sont, non pas l'équivalent des calcaires du Crétacé supérieur du Turkestan, comme le croyait Griesbach, mais celui des grès rouges continentaux. La série de Sabzawar est donc Néocomien et peut-être Jurassique — ou même en partie Triasique ? — car on est bien tenté dans ces conditions de comparer les porphyres de Sabzawar à la série des porphyres du Pir Panjal aux Indes, dont on connaît l'âge paléozoïque tout à fait supérieur.

Chaînons afghano-belouches.

Pour trouver des formations plus récentes que le Cénomanien, il faut aller au Sud et au Sud-Est et sortir des limites de l'Afghanistan. Le Crétacé supérieur, représenté par des calcaires, des schistes, des tufs et des conglomérats volcaniques, a été signalé par Vredenburg [64, 66, 67] au Sud de la frontière afghano-belouche, et comme je l'indiquerai tout à l'heure, j'ai retrouvé des traces de ces faciès en territoire afghan, le long de l'Helmand.

L'Éocène, qui vient ensuite, constitue une énorme formation de faciès flysch qui couvre une grande partie du Belouchistan et

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

pénètre localement en Afghanistan, près de la frontière du Sud-Est. Griesbach avait déjà attribué cette formation à l'Éocène [26], mais par la suite, son aspect très induré, parfois même métamorphique, son extrême bouleversement tectonique, ont conduit à des discussions quant à son âge sur lesquelles il paraît inutile d'insister ici. Vredenburg [66] cependant en fit de l'Oligocène et c'est encore cette interprétation qui a été adoptée dans la dernière édition de la carte géologique des Indes [9]. Ceci indique l'intérêt de la découverte que nous avons faite près de Gardez, de Nummulites qui indiquent la présence de l'Éocène inférieur et moyen dans ce flysch. L'identité lithologique et la continuité géographique permettent d'étendre ces conclusions aux schistes du Khojak et de faire ainsi la liaison avec le flysch éocène du Belouchistan.

Au delà de cette zone du flysch, un faisceau de plis qui se développe dans le Sind, le long de l'Indus et qui ne pénètre pas en territoire afghan, montre une série toute différente, comprenant un Jurassique calcaire très épais, surmonté de Néocomien, mais là le Crétacé moyen manque et le Crétacé supérieur transgressif est représenté par des grès et des tufs. L'Éocène est sous la forme de faciès marno-calcaires fossilifères. Je ne fais ici que mentionner cette zone, dont j'aurai l'occasion de rappeler le rôle, dans un instant.

Le Seistan.

Il nous reste à examiner le dernier élément géographique de l'Afghanistan : les plaines du Seistan et du Registan qui s'étendent entre les montagnes de l'Hazarajat et la frontière belouche. C'est essentiellement un bassin fermé, sans communication avec la mer, et rempli par les apports des fleuves descendus de l'Hindou-Kouch, et en particulier par ceux de l'Helmand et du Farah-Rud. La partie la plus basse du Seistan est occupée par des lacs, ou Hamuns, et par le delta de l'Helmand. Elle forme une cuvette entourée de falaises sur les flancs desquelles affleure une série lacustre, pratiquement horizontale, d'argiles gypseuses et de sables, couronnée par une dalle conglomératique paraissant concordante [44, 64, 66]. Vers le Nord cependant cette dalle repose en discordance sur la série précédente et sur les formations crétacées. Les argiles et les sables sont considérés comme correspondant aux Siwaliks des Indes et Griesbach [28] y a trouvé des restes de Mammifères au Nord-Ouest de Farah, mais il serait illusoire de vouloir faire des cor-

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

rélations plus précises. Les formations néogènes qu'on rencontre dans les grandes vallées de l'Hindou-Kouch [21, 32, 37, 55] représentent sans doute des dépôts analogues, sinon contemporains.

L'intérêt du Seistan réside surtout dans le problème morphologique qu'il pose, car ce bassin fermé montre cette disposition énigmatique d'avoir en son centre une vaste dépression entourée, au Nord et à l'Est, de hautes falaises : il y a donc eu érosion d'un volume considérable de sédiments, et on est amené à se demander où et comment ils ont pu être transportés. Les hypothèses les plus invraisemblables ont été formulées, soit érosion éolienne [47, 67], car il souffle un vent d'une violence extraordinaire dans ces régions, soit effondrement tectonique [67]. Contre la première hypothèse parle l'importance inadmissible de l'érosion éolienne qu'il faudrait accepter : les falaises ont environ 40 à 80 m. de hauteur, or, on sait que Hörner [42] admet comme valeur possible de l'érosion éolienne en Asie Centrale, au maximum quelques mètres (2 où 3 mètres), on se trouverait donc ici en face d'un phénomène d'une envergure infiniment plus considérable que tout ce qu'on connaît d'analogue, ce qui doit nous inciter à la prudence. On envisage également un effondrement tectonique, mais ceci paraît peu vraisemblable, étant donné le tracé capricieux des falaises qui bordent la dépression.

Je proposerais plus volontiers l'explication suivante. Le remplissage lacustre du Seistan, dans la coupe de l'Helmand, montre une disposition synclinale à très faibles pendages, mais dont le flanc sud est nettement relevé. L'Helmand traverse l'axe de ce bassin, érode le flanc sud, puis décrivant une large boucle, revient se jeter dans les Hamuns qui se trouvent très approximativement suivant l'axe du bassin structural. On concevrait difficilement cette disposition si on n'admettait que l'axe de la dépression du Seistan était autrefois jalonné par la boucle de l'Helmand et qu'il s'est déplacé vers le Nord à la suite de mouvements tectoniques successifs, attirant le fleuve dans cette direction. On comprendrait alors qu'avant la surrection définitive de la chaîne qui longe au Sud la frontière afghane le Seistan ait pu communiquer autrefois avec la dépression du Belouchistan central — qui se trouve aujourd'hui à peu près à la même altitude — et voir ainsi drainer une partie de ses sédiments dans ce bassin. On sait d'ailleurs que le lacustre est violemment relevé en bordure de la chaîne frontière, ce qui indique des mouvements très récents [64, 66]. Seule une étude morphologique des com-

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

munications possibles pourrait résoudre ce problème, aussi, pour l'instant, je ne sais ce que vaut cette bypothèse et je la donne pour ce qu'elle est : une simple supposition.

Quoi qu'il en soit, et dans un autre ordre d'idées, une des découvertes les plus intéressantes que j'aie faites au cours d'une reconnaissance dans la boucle de l'Helmand, est celle d'un volcan démantelé. La montagne du Koh-i-Khan-Nashin, qui domine la plaine de 750 m. de rochers abrupts, et qui, à ma connaissance, n'avait encore jamais été abordée par un géologue, s'est montrée constituée essentiellement par les restes d'un cône volcanique formé de laves et de brèches. L'intérêt de ce volcan réside par ailleurs dans le fait que le substratum du Seistan y affleure et s'y montre constitué par une série sédimentaire comprenant des grès tuffacés vert malachite et rouges, sans fossiles, des conglomérats à éléments volcaniques qui paraissent identiques à ceux que Vredenburg [64, 66] a trouvé au Belouchistan et a rapporté au Crétacé supérieur. Dans un ravin profond, on voit ensuite sous les brèches des roches grenues traversées par un filon de pegmatite. Il paraît donc vraisemblable que nous nous trouvons ici en présence d'un appareil volcanique en partie au moins plus récent que la série des tufs. Sur tout le pourtour du cône le lacustre est relevé et lui est probablement postérieur. Ce volcan serait donc plus ancien que la ceinture des volcans récents du Koh-i-Sultan, Koh-i-Tafdan, etc..., qui jalonnent la frontière afghano-belouche.

PHASES OROGÉNIQUES DE L'HINDOU-KOUCH

Après avoir brossé cette esquisse — si imparfaite et si incomplète qu'elle soit — de l'histoire des grandes régions morphologiques qui constituent l'Afghanistan, je pense qu'il n'est pas inutile d'essayer de rassembler des données et de les réunir en un tableau cohérent des phases orogéniques de l'Hindou-Kouch. Il serait sans doute téméraire de vouloir parler de l'orogénèse hercynienne et, dans ce qui suit, je ne considérerai que l'histoire de la surrection des chaînes alpines.

L'édifice hercynien, définitivement émergé dans la partie nord de l'Hindou-Kouch, à la fin du Paléozoïque, commence à se disloquer, et une phase volcanique intense, au Trias, y déverse des laves et des produits de projection. A partir de ce moment deux grandes provinces vont se différencier : au Nord, la zone des faciès continentaux du Trias, du Jurassique et du Crétacé inférieur, qui est une annexe du Continent de l'Angara et dans laquelle se prolongent les conditions de sédimentation de l'Asie

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

Centrale, au Sud au contraire, dans l'Hazarajat une zone de subsidence dans laquelle les dépôts jurassiques (?) et surtout crétacé inférieur vont se développer dans des faciès marins très puissants. La présence du Trias dans cette zone est encore douteuse, sauf immédiatement à l'Est de Caboul, ou il serait concordant sur le Permien [37]. Vers l'Ouest, cette zone ne s'étendait sans doute pas très loin au delà de la frontière irano-afghane, mais vers l'Est, au contraire, elle se prolongeait dans les dépôts analogues de l'Himalaya et nous discuterons tout à l'heure de ce point.

Il y a peu de choses à dire des phases orogéniques anté-crétacées pour cette raison qu'on les connaît mal, mais on voit cependant que le Jurassique supérieur manque au Nord et que le Crétacé inférieur est transgressif directement sur le socle dans l'intérieur de la chaîne : c'est probablement là l'indication de mouvements jurassiques de la phase cimmérienne. Au Crétacé moyen un événement considérable se produit : tout l'Hazarajat paraît émerger et la sédimentation y semble interrompue à une date qui ne peut être ni antérieure à l'Albien, ni postérieure au Cénomanien : c'est donc là l'équivalent très exact de la phase orogénique pré-Gosau de l'Himalaya, marquée là par la discordance du Crétacé supérieur. Mais en même temps ces mouvements avaient pour corollaire l'enfoncement du bord du continent de l'Angara, dont une partie est devenue le flanc nord de l'Hindou-Kouch, et son recouvrement par la transgression albienne. Ceci prend toute sa signification si nous remarquons que c'est là la première invasion marine depuis la fin du Paléozoïque dans ces régions. Ces mouvements sont d'ailleurs immédiatement suivis par une activité volcanique importante qui va se poursuivre pendant le Crétacé supérieur, et sur toute la bordure méridionale de la zone de subsidence de l'Hazarajat, nous trouvons des formations volcaniques du Crétacé supérieur et de l'Éocène, et c'est encore au Crétacé supérieur qu'il faut placer l'intrusion des syénites et des « trapps » de l'Hazarajat méridional, qui paraît en tout cas antérieure à l'Éocène. De même, les chaînons du Sind montrent la lacune du Crétacé moyen.

Le Crétacé supérieur, avec ses volcans et ses tufs intercalés, occupe une sorte de fosse d'avant-pays dans la partie nord du Belouchistan et revient en transgression sur les plis de l'Indus, mais jusqu'ici cependant on ne connaît pas sa présence dans l'Hazarajat. Il est cependant symptomatique que dans l'Heri-Rud on trouve un Flysch du Crétacé supérieur, transgressif sur les formations anciennes des crêtes du Koh-i-Band-i-Baba et qui

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

n'est séparé que par quelques kilomètres du Crétacé inférieur ou moyen à Rudistes signalé au Doshak par Griesbach [28, 29]. A la fin du Crétacé supérieur la phase andine marque une nouvelle étape de la surrection de la chaîne, indiquée par la transgression du Flysch de l'Éocène inférieur dans les chaînes afghano-belouches, par les couches à charbon du Ranikot du Belouchistan oriental et par l'établissement d'un faciès à huîtres dans le Turkestan. Mais ici encore, la véritable zone d'orogénèse est l'Hazarajat, tandis qu'au Nord le Turkestan ne fait que suivre le sort de l'Asie centrale dont les plis hercyniens arasés répondent à toutes les sollicitations de l'orogénèse alpine par une tectonique de type germanique [7, 59]. En bordure de l'Hazarajat au contraire, une énorme épaisseur de flysch s'accumule, illustrant ainsi l'importance de l'érosion dans ce secteur.

Enfin une nouvelle phase est indiquée par le fait qu'à partir de l'Éocène supérieur toutes les formations deviennent continentales, mais il est encore difficile de préciser le détail des mouvements qui suivent car ils ne se traduisent plus que par des discordances dans les zones périphériques du Turkestan et du Belouchistan qui montrent les progrès de la surrection, puis l'érosion profonde des régions montagneuses et le dépôt du Néogène lacustre dans les bassins fermés, et enfin les mouvements néogènes très récents dont ceux-ci sont affectés. Il serait illusoire de vouloir préciser aujourd'hui davantage, ces dépôts étant encore mal datés.

Je n'ai pas besoin d'insister pour faire comprendre combien cette conception de l'orogénèse de l'Hindou-Kouch est différente de celle qui avait cours jusqu'à présent [63, 21, 22] et qui était basée sur l'attribution erronée des calcaires de l'Hazarajat méridional au Crétacé supérieur et leur confusion avec les calcaires massifs du Band-i-Turkestan. L'Hindou-Kouch ne peut donc plus être considéré comme un « grand anticlinorium dont la couverture tertiaire, secondaire et primaire a été érodée de toute la partie centrale » [22], c'est au contraire un ensemble complexe formé de la juxtaposition de deux éléments d'origine différente, représentant l'un, au Nord, le bord d'une plateforme continentale, l'autre, au Sud, une chaîne issue d'une fosse géosynclinale et ceinturée à son tour d'une guirlande de flysch.

A un autre point de vue, celui du style tectonique de la couverture mésozoïque, les deux flancs de l'Hindou-Kouch témoignent de la même dissymétrie : au Nord règne un régime de plateaux doucement inclinés, interrompus seulement par quelques flexures et par quelques plis d'allure généralement

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

assez calme, et qui sont vraisemblablement en liaison avec des dislocations du socle, au Sud au contraire, dans l'Hazarajat, la complication tectonique paraît de règle et elle va de pair avec le développement des intrusions. La zone du flysch éocène enfin est plissée d'une façon extrêmement intense et chaotique.

Ce tableau — forcément encore imparfait et incomplet — demande encore à être confirmé par la comparaison avec ce qu'on sait de la structure des chaînes alpines, à l'Est et à l'Ouest de l'Hindou-Kouch dans le secteur himalayen et dans le secteur iranien : l'intérêt de cette comparaison réside essentiellement dans le fait que l'Afghanistan occupe une position intermédiaire qui nous permet de saisir le mécanisme du passage des chaînes himalayennes aux plis et aux plateaux de l'Iran.

COMPARAISON AVEC LES CHAINES HIMALAYENNES

On eût préféré suivre un ordre géographique et comparer en premier lieu l'Hindou-Kouch avec les zones contiguës du Pamir et du Chitral, mais ces régions étant encore imparfaitement connues c'est par le secteur du Kuen-Lun et de l'Himalaya qu'il a paru préférable de commencer cet exposé.

Il est extrêmement instructif de constater que la disposition générale des chaînes himalayennes montre des unités disparates accolées auxquelles peuvent se comparer celles que nous venons de distinguer dans l'Hindou-Kouch. On y a reconnu en effet les éléments suivants :

a) au Nord, le Kuen-Lun, défini par H. de Terra [60, 61] après Argand [1], comme appartenant à la zone continentale de l'Angara, forme l'encadrement septentrional du faisceau des chaînes alpines. Là nous retrouvons des éléments que nous connaissons bien, en particulier la série continentale du Trias et du Jurassique, le Crétacé inférieur salifère, localement le Crétacé supérieur et marin transgressif [4]. Malgré quelques différences de détail dans les séries stratigraphiques, le fait essentiel est que le Kuen-Lun est comparable au flanc nord de l'Hindou-Kouch par le rôle qu'il a joué au point de vue du régime des dépôts et de la tectonique.

b) Au Sud du Kuen-Lun et séparé de celui-ci par un synclinal mésozoïque, vient le Mustagh Karakorum et enfin les chaînes du Ladak et du Zanskar qui correspondent dans leur ensemble à une zone synclinale.

c) L'Himalaya proprement dit, bordé au Sud par des chaînes externes.

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

Il serait, je pense, illusoire de vouloir retrouver dans l'Hindou-Kouch les différentes zones himalayennes, car d'abord rien ne prouve qu'elles se poursuivent sans modification, et enfin nos connaissances sont encore trop sommaires pour qu'on puisse les distinguer. D'une part, cependant, on peut remarquer que le Paléozoïque de l'Hindou-Kouch se prolonge géographiquement dans les formations analogues du Chitral, et de l'autre quelques comparaisons stratigraphiques s'imposent à l'esprit.

Je rappelle d'abord que Hayden [37] a signalé à l'Est de Caboul le Trias à Ammonitidés du type de celui du Cachemire. Ensuite, on peut rapprocher de la série des calcaires à Orbitolines et Rudistes et des couches de Sabzawar, les calcaires à *Orbitolina bulgarica* et Rudistes du Chitral [38, 19] qui reposent par un conglomérat sur une série volcanique du type des « Panjal trapps ». Ils auraient leur prolongement d'après Dainelli [12] dans la haute vallée de l'Indus, où l'expédition italienne a retrouvé le faciès des calcaires à Orbitolines [20] reposant sur un complexe éruptif-sédimentaire. Dans un élément plus méridional, dans le Hazara, le Spiti, et plus à l'Est encore, on observe sur les schistes de Spiti (Jurassique), les grès de Giumal, associés à des roches éruptives (Néocomien) et surmontés par les calcaires de Chikkim qui ont fourni une faune albienne [12]. La corrélation de la série de l'Hazarajat avec les précédentes sur des bases aussi fragiles serait prématurée, mais on ne peut qu'être frappé de l'analogie des successions stratigraphiques sur le flanc sud de l'Hindou-Kouch et sur le flanc sud du Karakorum, qui paraissent souligner le parallélisme des conditions générales de sédimentation au Crétacé. Notons cependant que le flysch de l'Indus [61] et ses équivalents [12] n'ont pas jusqu'ici été signalés dans l'Hazarajat, mais que toutefois le Crétacé supérieur (et l'Éocène) sont développés dans un faciès flysch dans la vallée de l'Heri-Rud, au Sud du Koh-i-Baud-i-Baba. Ce parallélisme des conditions de dépôt implique un synchronisme intéressant dans la succession des périodes de diastrophisme, et en particulier, les phases qui ont été signalées précédemment dans l'Hindou-Kouch correspondent d'une façon qui paraît — en gros — satisfaisante avec celles connues dans le secteur himalayen. Là, de Terra a insisté sur l'existence de trois paroxysmes, dans dans le Mésozoïque et le Tertiaire, qui se placent l'un au Crétacé moyen [61], les autres au Crétacé supérieur et à l'Éocène supérieur [60]. L'activité magmatique enfin, a montré dans l'Himalaya deux phases, dont la première correspond à la dislocation de l'édifice hercynien et qui se traduit par l'épanchement des

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

trapps du Pir Panjal à la fin du Paléozoïque, et l'autre au Crétacé supérieur. La première, avec peut-être un certain décalage de phase, se retrouverait dans les porphyres de Sabzawar et dans l'activité volcanique qui caractérise les couches de Doab, la

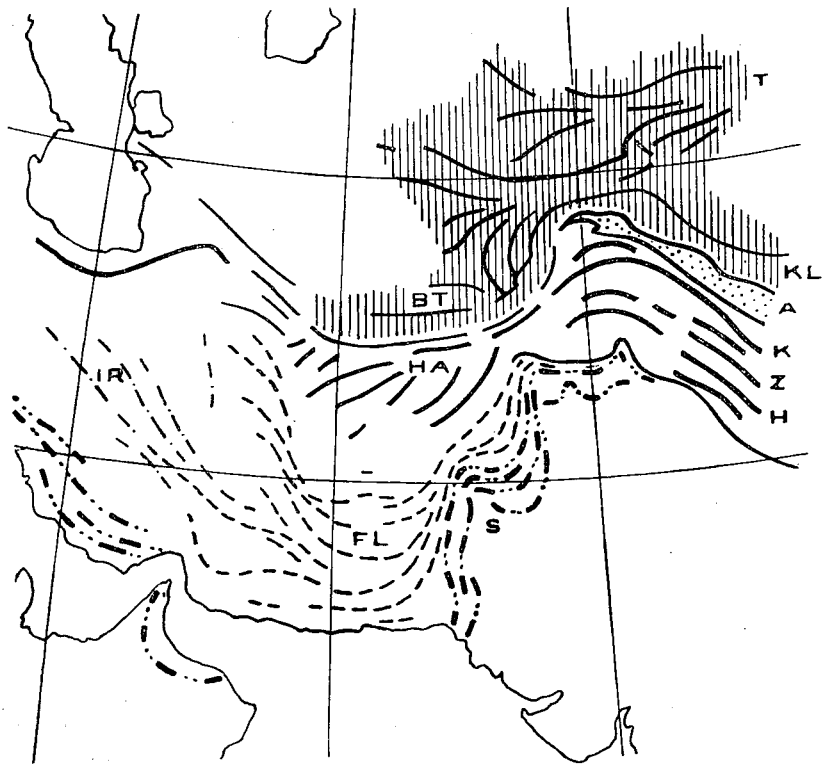


FIG. 2. — Esquisse tectonique de l'Hindou-Kouch et des régions avoisinantes. Hachures verticales : zone affectée par les contre-coups alpins dans le continent de l'Angara. Ponctué : synclinal mézozoïque de l'Aghil-Karakorum. T : Tian Shan, KL : Kuen Lun, A : Aghil-Karakorum, K : Karakorum, Z : Zanskar et Ladak, H : Himalaya, BT : Band-i-Turkestan, HA : Hazarajat, FL : zone du Flysch, IR : Plis de la masse médiane iranienne, S : Plis du Sind. Intervalle des parallèlles et des méridiens : 10°.

seconde se poursuit vers le Sud-Ouest avec les intrusifs dans le Crétacé inférieur et les phénomènes volcaniques du Belouchistan.

La bordure sud-orientale de l'Hazarajat pose un problème particulier. Griesbach [33] a trouvé au Sud du Sefid-Koh du Trias (?) et du Rhétien qui se comparent aux mêmes étages de l'Hazara [12]. Au delà de cette zone s'étend à partir du Sefid-Koh, la ceinture du flysch éocène qui se développe largement dans le Belouchistan — et s'enrichit là de termes plus élevés —

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

puis la zone plissée du Sind qui se prolonge le long de la frontière afghane [14, 33, 35, 13, 49] dans le Waziristan. Elle se présente là avec une largeur restreinte et une série sédimentaire arénacée et coupée de lacunes, et à l'Est du Sefid-Koh, il devient finalement impossible de distinguer la zone du flysch et celle du Sind, et au pied de l'Hazara et de l'Himalaya on ne trouve plus qu'une bande étroite d'Éocène reposant directement sur le Trias [69]. Une dislocation sépare les affleurements du socle de cette ceinture tertiaire — tantôt simple flexure correspondant au rejeu d'un accident ancien plus complexe, comme au col d'Altimur, tantôt faille ou chevauchement [33, 68, 69]. Cette disposition exclut évidemment la possibilité du prolongement de la zone himalayenne dans les plis du Sind et dans ceux de l'Iran méridional qui a été parfois envisagée [1,25].

COMPARAISON AVEC LE PAMIR

Les récentes explorations des géologues allemands et russes au Pamir permettent de faire la liaison avec les observations de Hayden et celles de de Terra. Rappelons qu'on peut distinguer dans le Pamir les éléments suivants [34, 46] :

a) une zone sédimentaire septentrionale, qui prolonge le bassin de l'Amou-Daria, et qui sépare le Pamir proprement dit de l'Alai : on y retrouve les formations que nous connaissons : le Jurassique et le Crétacé inférieur continentaux, le Crétacé supérieur marin,

b) une zone cristalline et paléozoïque nord,

c) une zone sédimentaire méridionale, caractérisée par un Trias marin, un Jurassique inférieur et moyen continental, un Jurassique supérieur marin et très développé sous la forme des calcaires du Pamir [38, 53],

d) une zone cristalline sud.

Le prolongement de ces éléments tant à l'Est qu'à l'Ouest a été envisagé de manières très différentes. Dès 1924, Mushketov [50] reliait le Transalaï au Kuen-Lun, suivi en cela par Kober [45], mais ensuite le faisait diverger de l'Hindou-Kouch, tandis que de Terra comparait plus volontiers le Kuen-Lun au Tien-Shan [60]. Les travaux récents des géologues allemands et russes ne permettent plus guère de douter, comme l'ont admis Gundlach et Leuchs [34, 46] que la zone cristalline nord du Pamir ne corresponde au Kuen-Lun — et nous ajouterons au Band-i-Turkestan également. Nöth [54], en particulier, a montré que dans le Transalaï, la couverture de cette zone comprend un

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

jurassique sous la forme de conglomérats jaunes paraissant identiques à ceux que j'ai observés dans le Kataghan, le Crétacé inférieur continental (grès rouges) et le Crétacé supérieur marin, rappelant ainsi tous les faciès du Nord de l'Afghanistan. La liaison dans le Badakhshan se fait par la série des gisements de sel qui jalonnent le contact du cristallin [10]; tandis que le prolongement vers le Kuen-Lun est indiqué par le Crétacé supérieur du Pamir oriental [4].

La zone sédimentaire méridionale se retrouve avec ses mêmes caractéristiques, et en particulier avec le même Jurassique supérieur marin à *Perisphinctes* dans l'Aghil-Karakorum [60, 48], entre le Kuen-Lun et le Mustagh-Karakorum, et enfin le cristallin sud rejoint le Mustagh-Karakorum.

Par contre la liaison du Pamir et de l'Hindou-Kouch est rendue plus délicate à saisir, du fait que la zone interne à Jurassique supérieur marin est inconnue jusqu'ici dans le Band-i-Turkestan. On peut donc se demander si elle disparaît, ou si elle se prolonge vers l'Ouest dans le synclinal de l'Amou-Daria et rejoint ainsi le Jurassique marin de Baisun. C'est effectivement la solution qui a été adoptée par Arkhangelsky [2] tandis que Nöth [54] montre que les deux zones ont dû être séparées par une bande de faciès continentaux. A l'appui de cette opinion, on constate effectivement que Brückl [8] n'a pas retrouvé dans le Badakhshan les faciès marins du Mésozoïque. Un second argument est d'ordre tectonique, et j'apporte là une observation nouvelle. Le faisceau des plis de couverture postpaléozoïques, à l'Ouest du Pamir, ne peut pas constituer, comme on l'a toujours admis [1, 45, 51, 52, 7], une virgation libre dans laquelle les plis disposés en éventail divergeraient de l'Ouest au Sud-Ouest et s'éteindraient au niveau de l'Amou-Daria. En effet, tous les plis situés entre le bord du Pamir et le 68e méridien environ dessinent un demi-cercle à convexité dirigée vers l'Ouest et paraissent s'emboîter sur le bord du cristallin du Pamir; ils sont dirigés au Nord-Est, au Nord de l'Amou-Daria et au Sud-Est au Sud de celui-ci, dans le Kataghan, et là ils viennent buter perpendiculairement contre la limite des terrains anciens. Il semble d'ailleurs qu'ils correspondent à une sorte de fosse d'avant-pays du Pamir, car ils montrent dans le Kataghan une série sédimentaire plus développée et une intensité de plissement plus grande que dans la partie occidentale du Turkestan. Cet arc du Tadjikistan, en tous cas, exclut la possibilité d'une disposition en éventail des plis qui était jusqu'ici admise, et qui n'existe en réalité qu'à l'Ouest du 68e méridien; ceci montre bien que la

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

zone cristalline nord du Pamir ne peut se prolonger d'une façon indépendante vers l'Ouest, en se détachant de l'Hindou-Kouch. Ainsi la zone du Jurassique marin à *Perisphinctes* qui sépare le Kuen-Lun du Karakorum, et qui pénètre dans le Pamir central, doit disparaître avant d'atteindre l'Hindou-Kouch, dans lequel on ne connaît jusqu'ici rien d'analogue. Cependant, entre le Band-i-Turkestan et le faisceau de l'Hazarajat, de grandes vallées longitudinales, celles de l'Heri-Rud, du Ghorbend, du Pendshir, ont été considérées [63] comme jalonnant une zone de dislocation : elles semblent correspondre effectivement — en gros — à la séparation entre le Band-i-Turkestan et les plis de l'Hazarajat, et il serait assez tentant d'y voir précisément la trace de cette zone synclinale disparue et qui, vers l'Est constitue la séparation entre deux unités structurales d'origine différente.

COMPARAISON AVEC L'IRAN

Les données géologiques concernant les confins orientaux de l'Iran sont encore très incomplètes, mais elles paraissent cependant permettre de conclure que seuls certains des éléments tectoniques reconnus en Afghanistan se poursuivent vers l'Ouest, tandis que les autres se transforment ou disparaissent complètement.

Le prolongement du Koh-i-Band-i-Baba et du Band-i-Turkestan se retrouve daus les plis de la région de Meshed [32] et au delà, tandis que tout le faisceau de l'Hazarajat disparaît avant d'atteindre la frontière irano-afghane, et il disparaît même si bien qu'une chaîne transversale qui est perpendiculaire à sa direction le limite à l'Ouest. Cette disposition a été envisagée par Argand [1] comme traduisant l'arrêt des plis de l'Hazarajat — la « virgation afghane » — par les chaînons iraniens. Or, nous avons vu précédemment que les plis du flysch crétacé supérieur et éocène du Belouchistan sont issus d'une fosse d'avant-pays qui ceinture au Sud-Est et au Sud les plis de l'Hazarajat méridional. Les cartes topographiques montrent déjà assez clairement que ce sont précisément ces plis qui tournent au Nord-Ouest puis au Nord pour former deux faisceaux en territoire iranien : au Nord celui du Darwase qui longe la frontière afghane, au Sud celui de Kirman, mais les explorations de Sven Hedin [40] ont apporté un argument définitif en montrant que dans l'itinéraire qu'il a suivi, la chaîne du Darwase est formée par les tufs et les roches éruptives associées, que nous connaissons du Belouchistan, et qu'il faut aller jusque près de la limite du Dasht-

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

i-Kevir pour retrouver des formations plus anciennes. De même Tipper [62] a reconnu dans la chaîne de Kirman, sur la série à plantes du Jurassique et les grès rouges, le Crétacé moyen à Rudistes et les tufs du Crétacé supérieur, ce dernier terme étant bien identique aux formations décrites par Vredenburg [64]. A cette série, Douglas a ajouté du Jurassique supérieur au Nord de Kirman [6]. De ces données et de quelques autres [6, 25, 58] il ressort que nous retrouvons dans la partie orientale de l'Iran des faciès continentaux ou marins néritiques au Jurassique et au Crétacé inférieur qui excluent la possibilité du prolongement dans ces régions de la zone de subsidence de l'Hazarajat. Au Crétacé supérieur et à l'Éocène enfin, le faciès flysch s'installe dans le Darwase et la région de Kirman, et ceci montre que la zone plissée d'âge pré-Gosau, de l'Hazarajat, a été entourée non seulement au Sud-Est et au Sud, mais au Sud-Ouest et à l'Ouest d'une fosse d'avant-pays, d'où sont issus les chaînons de l'Iran oriental et du Belouchistan. L'Hazarajat a joué à ce moment par rapport à eux le rôle d'un massif déjà figé, rigide, dont la direction de plissement est restée sans influence sur celle de ces chaînons.

Ainsi donc ceux-ci sont postérieurs aux plis de l'Hazarajat, et par suite n'ont pas pu les arrêter.

CONCLUSIONS

La position particulière de l'Afghanistan, entre la masse médiane iranienne et le faisceau himalayen permet d'expliquer ses caractères structuraux, qui peuvent être résumés de la façon suivante :

a) L'Hindou-Kouch est constitué essentiellement par une zone septentrionale, représentant le bord du continent de l'Angara intégré dans le domaine des plis alpins. La même disposition se retrouve depuis le Kuen-Lun jusqu'au Khorassan.

b) Il semble que ce soit plus particulièrement la zone axiale du Karakorum et son flanc sud qui se prolongent dans la zone axiale de l'Hindou-Kouch et dans les plis de l'Hazarajat. Ceux-ci s'arrêtent brusquement à l'Ouest de Farah. L'extension vers l'Ouest de la zone himalayenne proprement dite est incertaine et les éléments d'appréciation manquent.

c) La zone du flysch ceinture l'Hazarajat et vient se perdre dans la masse médiane iranienne.

d) Les plis du Sind, et leurs homologues dans ceux de l'Iran du Sud-Ouest bordent cet ensemble.

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

Ainsi au delà du méridien de Meshed, s'éteignent tous les pli issus de la partie axiale du faisceau himalayen et dans leur prolongement, c'est la masse médiane iranienne qui apparaît, tandis qu'au contraire les éléments marginaux se poursuivent, en changeant d'ailleurs plus ou moins le caractère de leur matériel sédimentaire.

Dans le sens transversal, un accident remarquable est marqué par le changement d'orientation que subissent toutes les chaînes le long d'une ligne qui passe par l'Indus et le bord occidental du Pamir et peut-être faut-il voir là la répétition, dans le plan alpin, de la « sigmoïde du Ferghana ».

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

1. Argand E. — La tectonique de l'Asie. *C.R. du XIII^e^ Congr. Géol. Intern.* Belgique, 1922 (1924).
2. Arkhangelsky A.D. — Geologitcheskoie stroienie S.S.S.R. Moscou, 1925.
3. — et al. Kratki otcherk geologitcheskoi struktury i geologitcheskoi istorii S.S.S.R. Moscou, 1937. (Atlas de cartes paléogéographiques.)
4. Asklund B. — Zur Geologie von Ost-Pamir, *in* Sven Hedin : Southern Tibet, vol. IX, 1922.
5. Bion H.S. — Notes on Cretaceous Fossils from Afghanistan and Khorassan. *Rec. Geol. Surv. Ind.*, vol. LVI, 1924.
6. Böckh H. de, Lees G.M., Richardson F.D.S. — Contribution to the Stratigraphy and Tectonics of the Iranian Ranges, *in* Gregory J.W. : The Structure of Asia, London, 1929.
7. Born A. — Zum Bau russischen Zentral-Asiens. *Zeit. Deutsch. Geol. Ges.*, 81, 1931.
8. Brückl K. — Uber die Geologie von Badakhshan and Kataghan (Afghanistan). *N. Jahrb. f. Min...* Beil. Bd. 74, Abt. B. 1935.
9. Geological Map of India, 1 inch = 32 Miles, Calcutta, 1931.
10. Carte minière de l'Afghanistan, Caboul.
11. Cotter G. de P. — Some Orbitolinae from Tibet. *Rec. Geol. Surv. Ind.*, vol. LXI, 1929.
12. Dainelli G. — La serie dei Terreni, *in* : Spedizione Italiana de Filippi, Ser. II. Bologne, 1934.
13. Davies L.M. — The Ranikot Beds at Thal. *Quart. Journ. Geol. Soc. Lond.*, vol. LXXXIII, 1927.
14. Davies L.M. — The fossil Fauna of the Samana Range. *Pal. Ind.*, vol. XV, pt. 1, 1930.
15. Douvillé H. — Sur la structure des Orbitolines. *B.S.G.F.*, 1904.
16. — Les calcaires à Orbitolines et Radiolites du Tibet, *in* Sven Hedin, Southern Tibet, vol. V, 1916.
17. — Le Crétacé et l'Éocène du Thibet Central. *Pal. Ind.*, Vol. V, 1916.

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

18. Douvillé H. — Description de quelques fossiles crétacés de l'Afghanistan. *Rec. Geol. Surv. Ind.*, vol. LVIII, 1926.
19. — Fossiles recueillis par Hayden dans le Kashmir en 1906 et les Pamirs en 1914, leur description. *Rec. Geol. Surv. Ind.*, vol. LVIII, 1926.
20. Fossa-Mancini E. — Foraminiferi del Calcare grigio de Sciusciul, *in* : Spedizione Italiana de Filippi, vol. VI, Bologna, 1928.
21. Furon R. — L'Hindou-Kouch et le Kaboulistan. Paris, 1927.
22. — Sur la Géologie de l'Hindou-Kouch et du Pamir. *B.S.G.F.*, 1934.
23. — La Géologie du Plateau Iranien. *Rev. Gén. Sc.*, XLVIII, 1937.
24. Gothan W., Sze H.C. — Pflanzenreste aus dem Jura von Chinesisch Turkestan, *in* H. de Terra : Geologische Forschungen im westlichen K'un-Lun und Karakorum Himalaya, 1932.
25. Gregory J.W. — The Structure of Asia. London, 1929.
26. Griesbach C.L. — Geology of the Section between the Bolan Pass in Biluchistan and Girishk in Southern Afghanistan. *Mem. Geol. Surv. Ind.*, vol. XVIII, 1881.
27. — Report on the Geology of the Takht-i-Suleiman. *Rec. Geol. Surv. Ind.*, vol. XVII, 1883.
28. — Afghan Field Notes. *Rec. Geol. Surv. Ind.*, vol. XVIII, 1884.
29. — Afghan and Persian Field Notes. *Rec. Geol. Surv. Ind.*, vol. XIX, 1886.
30. — Field Notes from Afghanistan. *Rec. Geol. Surv. Ind.*, vol. XIX. 1886.
31. — Field Notes from Afghanistan. *Rec. Geol. Surv. Ind.*, vol. XX, 1887.
32. — Field Notes n° 5 to accompany a geological Sketch Map of Afghanistan and North-Eastern Khorassan. *Rec. Geol. Surv . Ind.*, vol. XX, 1887.
33. — The Geology of the Safed Koh. *Rec. Geol. Surv. Ind.*, vol. XXV, 1892.
34. Gundlach K. — Das Pamir-System. *Geol. Rund.*, 25, 1934.
35. Hayden H.H. — On the Geology of Tirah and the Bazar Valley. *Mem. Geol. Surv. Ind.*, vol. XXVIII, 1898.
36. — Fusulinidae from Afghanistan. *Rec. Geol. Surv. Ind.*, vol. XXXVIII, 1909.
37. — The Geology of Northern Afghanistan. *Mem. Geol. Surv. Ind.*, vol. XXXIX, 1911.
38. — Notes on the Geology of Chitral, Gilgit and the Pamirs. *Rec. Geol. Surv. Ind.*, vol. XLV, 1915.
39. Hedin Sven. — Southern Tibet. Stockholm, 1916-1922.
40. — Eine Routenaufnahme durch Ostpersien. Stockholm, 1927.
41. Holland T.H. — An Account of the Geological Specimens collected by the Afghan-Baluch Boundary Commission of 1896. *Rec. Geol. Surv. Ind.*, vol. XXX, 1897.
42. Hoerner N.G. — Geomorphic Processes in continental Basins of Central Asia. *C.R. XVI^e Cong. Geol. Int.* Washington, 1933 (1936).

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

43. KILLIAN W. et HOVELACQUE. — Album de Microphotographies de Roches sédimentaires. Paris, 1900.
44. HUNTINGTON. — The Basin of Eastern Persia and Seistan. *Carnegie Inst.*, 1905. (Rec. of the Carnegie Institute Expedition of 1903.)
45. KOBER L. — Der Bau der Erde. Berlin, 1928.
46. LEUCHS K. — Geologie von Asien (coll. « Geologie der Erde »). Berlin, 1937.
47. MAC MAHON. — Recent Survey and Exploration in Seistan. *Geogr. Journ.*, 1906.
48. MASON K. — Exploration of the Shaksgam Valley and Aghil Ranges. *Rec. Surv. Ind.*, vol. XXII, 1926.
49. MURRAY STUART. — The Geology of the Takki Zam Valley and the Kaniguram Makin Area, Waziristan. *Rec. Geol. Surv. Ind.*, vol. LIV, 1922.
50. MUSHKETOV D. — Sur la question du grand écrasement du Pamir. *Soc. géol. belge*, 1924.
51. — Données nouvelles sur la géologie de l'Asie Centrale du Caucase, de l'Oural et de la Sibérie. *B.S.G.F.*, 1931.
52. — Moderns Conceptions of the Tectonics of Central Asia. *C.R. XVI^e Congr. géol. Int. Washington*, 1933 (1936).
53. NALIVKIN D., TCHNENKO P., POPOV V., YUDIN G. — The Geological Structure of the Pamirs. *Trans. Un. Geol. and Prosp. Serv. U.R.S.*, fasc. 182, Moscou, 1932.
54. NOETH L. — Geologische Untersuchungen im nordwestlichen Pamirgebiet und mittleren Transalai. Wiss. Ergeb. der Alai-Pamir Expedition, 1928. Berlin, 1932.
55. PRASHAD M. — Some Freshwater and Land Fossil Mollusc from near Ghorband, Afghanistan. *Rec. Geol. Surv. Ind.*, vol. LXXII, 1937.
56. RIVIÈRE A. — Contribution à l'étude géologique de l'Elbourz, Perse. *Rev. Geogr. Phys. et Géol. Dyn.*, vol. VII, 1934.
57. SEWARD A.C. — Mesozoic Plants from Afghanistan and Afghan-Turkistan. *Pal. Ind.*, vol. IV, 1912.
58. STAHL A.F. — Handbuch der regionalen Geologie : Persien. Heidelberg, 1911.
59. STILLE H. Tektonische Formen im Mitteleuropa und Mittelasien. *Zeit. Deutsch. Geol. Ges.* Bd. 81, 1929.
60. TERRA H. de. — Geologische Forschungen im westlichen K'un-Lun und Karakorum Himalaya. Berlin, 1932.
61. — Himalayan and Alpine Orogenies. *C.R. XVI^e Cong. Géol. Int.*, Washington, 1933 (1936).
62. TIPPER G.H. — The Geology and Mineral Resources of Eastern Persia. *Rec. Geol. Surv. Ind.*, vol. LIII, 1921.
63. TRINKLER E. — Afghanistan, eine Landeskundliche Studie. *Peterm. Mitt.* Erg. Hft. 196, 1928.
64. VREDENBURG E. — A Geologieal Sketch of the Baluchistan Desert and Part of Eastern Persia. *Mem. Geol. Surv. Ind.*, vol. XXXI, 1901.
65. — Occurence of the Genus Orbitolina in India and Persia. *Rec. Geol. Surv. Ind.*, vol. XXXVI, 1908.

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

66. Vredenburg E. — Report on the Geology of Sarawan, Jhalawan, Mekran and the State of Las Bela. *Rec. Geol. Surv. Ind.*, vol. XXXIII, 1909.

67. — Note on a Hippurite-bearing Limestone in Seistan and on the Geology of the adjoining Region. *Rec. Geol. Surv. Ind.*, vol. XXXVIII, 1909.

68. Waagen W. — Section along the Indus from the Peshawar Valley to the Salt Range. *Rec. Geol. Surv. Ind.*, vol. XVII, 1884,

69. Wadia D. N. — The syntaxis of the Nort-West Himalaya : its Rocks, Tectonics, and Orogeny. *Rec. Geol. Surv. Ind.*, vol. LXV, 1931.

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

La transgression nummulitique a l'ouest du Mercantour

par **Maurice Mainguy** [1].

INTRODUCTION

La région dans laquelle j'ai étudié le Nummulitique (voir carte fig. 1) est limitée à l'E par le Massif du Mercantour et la Vallée de la Vésubie, à l'W par les montagnes des Trois Evêchés, au-dessus de Digne ; au N par le front de la nappe de l'Ubaye — déterminé de façon très précise par Y. Gubler Wahl [16] — au S par les vallées du Var moyen et de la Vaïre. Elle comprend donc les unités géographiques suivantes, d'E en W :

Massif du Tournairet, entre la Vésubie et la Tinée ; vallée de la Tinée ; haute vallée du Var et de son affluent le Colomb ; haute vallée du Verdon et la partie la plus méridionale du Massif des Trois Évêchés.

Elle s'étend sur les feuilles au 80.000e de Nice, Saint-Martin-Vésubie, Larche, Digne et Castellane.

Au point de vue géologique, elle fait partie des *chaînes subalpines méridionales* ; elle comprend la plus grande partie de l'ensemble « Trois Évêchés, Haut-Verdon, Haut-Var » (voir [14]) et déborde légèrement sur les « Chaînes subalpines niçoises ». Au milieu, surgit le dôme permien de Barrot.

Le Nummulitique y est connu depuis fort longtemps ; J. Boussac [6] y a consacré un chapitre de son mémoire sur le Nummulitique alpin où il retrace l'historique de la question. En général, le Nummulitique repose sur un Crétacé supérieur très puissant, et il se trouve conservé dans de larges synclinaux. Toutefois, à l'approche des deux massifs anciens, il devient transgressif sur le Crétacé inférieur, sur le Jurassique, et même sur le Trias. D'autre part, sur le rebord de la nappe de l'Ubaye (Massif des Trois Évêchés) il affecte une disposition en écailles qui doivent être le prolongement des écailles para-autochtones du Lauzet-sur-Ubaye.

J. Boussac se représentait ainsi la transgression du Nummulitique : il y avait tout d'abord deux golfes auversiens, ouverts

1. Note présentée à la séance du 6 décembre 1938.
21 avril 1938.

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

l'un au S du Mercantour — golfe de Puget-Théniers — l'autre au N, — golfe d'Allos. Puis la mer priabonienne passa devant le Mercantour et s'étendit largement sur toute la région que nous venons de définir.

A. F. de Lapparent [17] a repris pour sa thèse l'étude de la transgression sur la rive droite du Var et de la Vaïre ; il a précisé les limites du golfe auversien dans cette région et, dans le Priabonien, les extensions relatives des étages Bartonien et Ludien. C'est sur ses conseils et sous sa direction que j'ai entrepris de résoudre les mêmes problèmes au N de la limite à laquelle il a arrêté son travail.

Remarque sur les subdivisions adoptées. — En me fondant sur des travaux récents, j'ai adopté les zones de Nummulites suivantes dans l'Éocène moyen et supérieur des Alpes méridionales :

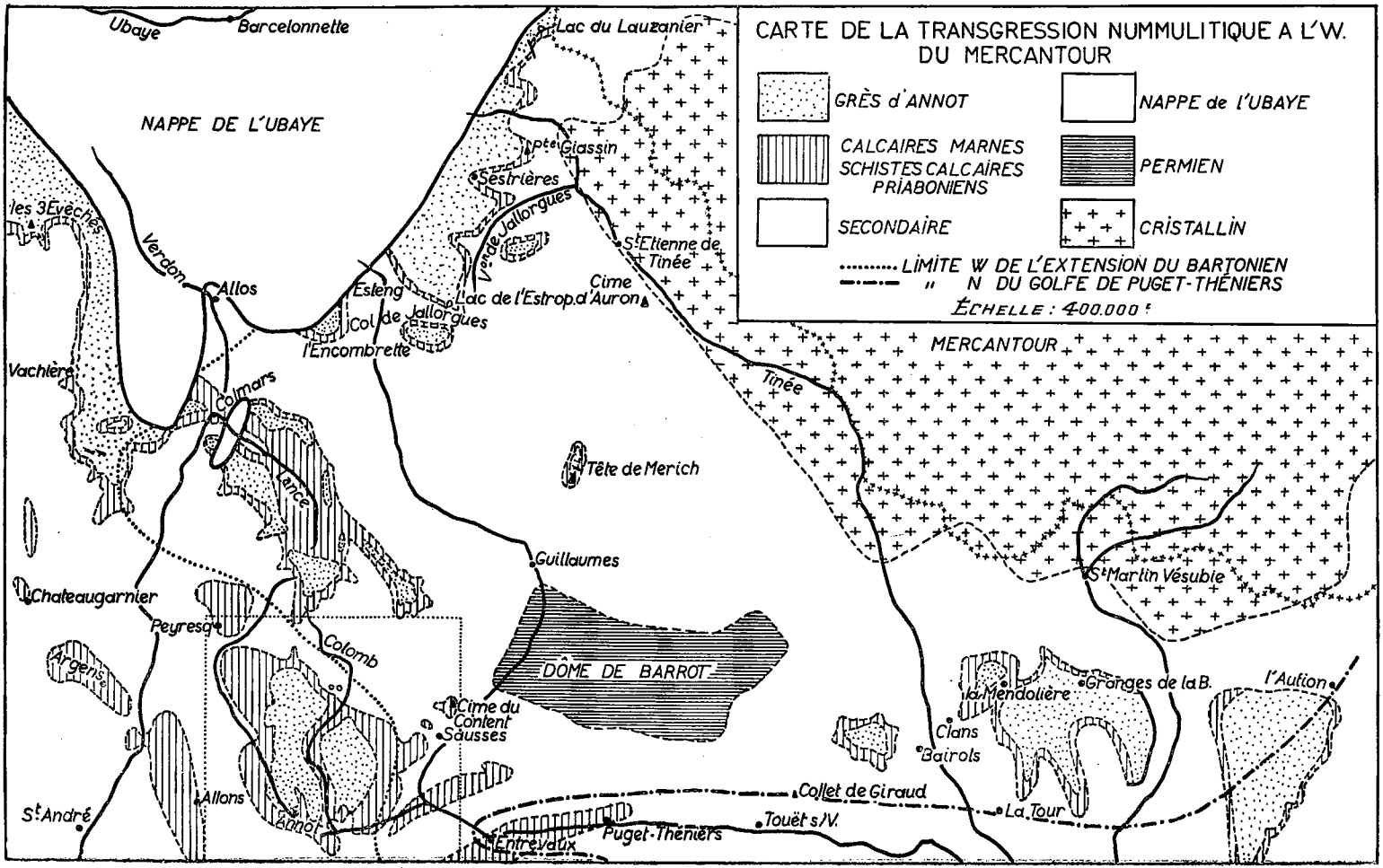
Zone à *N. Bouillei* et petites Nummulites (Ludien).
Zone à *N. striatus* et petites Nummulites (Bartonien).
Zone à *N. striatus* et *N. perforatus* (Auversien) [1].
Zone à grandes Nummulites (Lutétien).

ASPECT LITHOLOGIQUE DU NUMMULITIQUE

Au point de vue lithologique, L. Bertrand [1] a distingué dans les Alpes-Maritimes deux zones de faciès : celle du *faciès septentrional* (au N du dôme de Barrot) où le Nummulitique est représenté par des calcaires souvent plus ou moins siliceux, immédiatement surmontés par les grès d'Annot, et celle du *faciès méridional*, où il s'intercale entre ces deux termes une puissante série marno-calcaire : c'est ce que L. Moret a nommé dans l'ensemble des Alpes françaises « la trilogie priabonienne ». Cette distinction est parfaitement valable dans la région pour laquelle son auteur l'a établie, en réservant toutefois le cas un peu spécial du Tournairet. Dans les Basses-Alpes, même vers le N, le faciès « méridional » subsiste seul. Il subit d'ailleurs quelques variations, les marno-calcaires et marnes pouvant être remplacés par des schistes calcaires et même en certains points (région de Colmars) par des calcaires très broyés se débitant en aiguilles, voisins de ceux du flysch de la nappe : de ce fait, il est parfois délicat de limiter cette dernière.

1. On sait que l'Auversien ne doit pas être considéré comme un étage. Je n'entreprendrai pas ici de discuter s'il doit être placé dans le Bartonien inférieur ou dans le Lutétien supérieur, et je conserverai ce terme commode pour désigner l'horizon stratigraphique caractérisé par la coexistence de *N. perforatus* DE MONTF. et de *N. striatus* BRUG.

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



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

DESCRIPTION DES GISEMENTS

Je décrirai en premier lieu les gisements attribués à l'Auversien. Je classerai ensuite les gisements priaboniens suivant leur situation par rapport aux trois grandes rivières N-S qui arrosent le territoire : Tinée, Var et Verdon.

Dans la partie E (entre Tinée et Var), les gisements de la basse Tinée, de faciès méridional, seront étudiés à part. Dans la région centrale (entre Var et Verdon), les gisements de la cuvette d'Annot d'une part et du synclinorium de Colmars d'autre part sont suffisamment individualisés pour être décrits séparément.

1. — Gisements attribués à l'Auversien.

a) *Vallée du Var moyen.* — Les gisements de la vallée du Var moyen sont classiques : J. Boussac a très bien décrit le gisement de Puget-Théniers où l'on trouve à la base l'association de *Nummulites perforatus* de Montf. avec *N. striatus* Brug. qui caractérise l'Auversien. A. F. de Lapparent [17] a précisé l'extension de cet étage dans le synclinal Entrevaux-Puget-Théniers. Je n'y reviens pas.

b) *La Noncière.* — J. Boussac ([6], p. 135) donne de ce gisement situé près de Colmars, une coupe très précise et que j'ai pu retrouver entièrement. Il signale, dans les calcaires de base, un échantillon de *N. perforatus* de Montf. [A], conservé dans les collections de la Sorbonne. Mais deux courses sur le gisement ne m'ont permis de ramasser que de petites Nummulites (cf. *N. incrassatus* de la Harpe) et des Orthophragmines associées à une microfaune abondante, où l'on peut reconnaître, en plaque mince, des Textulaires, des Miliolidés (*Pentellina*, *Triloculina*...) etc.

c) *Le Lauzanier.* — J. Boussac signalait dans le calcaire du Lauzanier *N. perforatus* de Montf. [A] : les échantillons sont aussi dans les collections de la Sorbonne. Mais une coupe faite entre le lac du Lauzanier et le signal de la Croix du Lauzanier m'a montré de haut en bas :

d) les grès d'Annot,
c) une quinzaine de mètres de calcschistes stériles,
b) 10 m. environ de calcaire nummulitique, très fossilifère,
a) 1 m. 50 de poudingues.

Les couches *b* contiennent en abondance : *N. striatus* Brug. [A] et [B], *N. Garnieri* de la Harpe, *N. incrassatus* de la Harpe,

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

Trochocyathus sp., *Turritella imbricataria* LMK. La faune est nettement priabonienne. Nous discuterons plus loin, sur cet exemple et sur d'autres, la question que pose la présence simultanée de *N. perforatus* et de *N. Garnieri*.

2. — Gisements priaboniens situés entre la haute Tinée et le Var supérieur.

a) ***Cuvette de Sanguinière.*** — Cet ensemble, étudié par Léon Bertrand [1] et par P. Comte [9] contient un gisement nummulitique intéressant : c'est celui de la pointe Giassin où l'on trouve, en discordance sur la bordure jurassique du Mercantour, et très proche du cristallin, un calcaire nummulitique dont la partie inférieure, plus massive, est fossilifère et m'a fourni : *N. striatus* BRUG., *N. incrassatus* DE LA HARPE, *N. Chavannesi* DE LA HARPE. Dans le même ensemble, la coupe du Nummulitique que l'on traverse en montant d'Esteng au col de Jallorgues (Vallon de l'Estrop) s'établit ainsi :

à la base, une dizaine de mètres de calcaire noir à grain fin, sans fossiles ;

puis quelques mètres de marno-calcaires à *N. incrassatus* DE LA HARPE, *Orthophragmina Pratti* MICH., *O. sella* D'ARCH., *O. radians* D'ARCH., Bryozoaires... surmontés de schistes calcaires à *N. incrassatus* DE LA HARPE et *Serpula spirulæa* LMK. montrant l'équivalence de ces couches peu puissantes et des marnes bleues de la « trilogie priabonienne ».

b) ***Cime d'Auron.*** — Reposant directement sur le Trias, on trouve un très petit lambeau de calcaires et de grès d'Annot, recouverts de forêts et où il est impossible de relever une coupe précise. Le calcaire ne m'a fourni que quelques petites Nummulites (probablement *N. incrassatus* DE LA HARPE) mais ce gisement est intéressant à rappeler comme témoin de l'extension de la transgression jusqu'en bordure du massif cristallin.

c) ***Tête de Mérich.*** — C'est un témoin très isolé de la transgression situé au NE de Guillaumes. J'ai recueilli *N. striatus* BRUG. [A] et [B], *N. incrassatus* DE LA HARPE, *N. Chavannesi* DE LA HARPE.

3. — Basse Tinée.

a) ***Massif du Tournairet.*** — Le Nummulitique du Tournairet présente des variations de faciès déjà reconnues par Léon Bertrand [1]. Les affleurements situés sur la route stratégique allant

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

des Granges de la Brasque au village de La Tour montrent un calcaire détritique à nombreux grains de quartz clastique, fournissant de petites Nummulites peu déterminables, surmonté d'une alternance de bancs gréseux et de bancs assez épais de schistes noirs supportant les grès d'Annot. A Saint-Jean, Léon Bertrand signale les marnes bleues. Enfin la route forestière qui, partant de Clans, remonte le torrent de Clans, coupe en tunnel un calcaire nummulitique dont la base est très dure, très siliceuse et stérile. Plus haut, le calcaire se charge de bancs marneux contenant *N. Garnieri* DE LA HARPE, *Operculina alpina* H. DOUV., *Orthophragmina Pratti* MICH. Les couches de passage aux grès d'Annot sont malheureusement peu visibles. Si l'on continue à suivre le calcaire nummulitique on le voit passer à un grès au mont Cialameja (L. Bertrand). Par contre, à la Mendolière, sur la rive opposée du torrent de Clans, le Nummulitique est plus marneux et fournit les mêmes Foraminifères et des Mollusques.

b) *Forêt du Villars.* — Ce beau gisement se trouve sur l'autre rive de la Tinée, en face de Clans. Au quartier du Lac (commune de Bairols) on relève la coupe suivante : une dizaine de mètres de calcaire à *N. striatus* BRUG., *N. incrassatus* DE LA HARPE; 3 à 4 m. de marno-calcaires très fossilifères à *N. striatus* BRUG., *N. incrassatus* DE LA HARPE, *Operculina alpina* H. DOUV., *Orthophragmina Pratti* MICH., *O. sella* D'ARCH., *Pecten Biarritzensis* D'ARCH., *Amussium corneum* SOW. ; 40 à 50 m. de marnes bleues à rares Orthophragmines ; les grès d'Annot.

D'après la feuille de Nice au 80.000^e, il y aurait un lambeau analogue au Collet de Giraud, au-dessus du Touët-sur-Var ; en réalité, la montagne est constituée jusqu'au sommet par du Crétacé supérieur à Rosalines.

4. — Gisements de la cuvette d'Annot.

En remontant la vallée du Var, puis celle de la Vaïre, au delà d'Entrevaux, on traverse au Pont Noir le flanc S du synclinal d'Agnère. J. Boussac ([6], p. 98) y signale à la base *N. striatus* BRUG. et *N. Fabianii* PREVER. Au pont de Gueydan, dans le flanc N du même synclinal, on trouve les mêmes Nummulites.

Un peu plus loin, au pont Saint-Benoît, on entre dans la cuvette d'Annot. Elle est caractérisée par la grande épaisseur des marnes bleues (100 m.) et le développement considérable des grès d'Annot typiques. Nous la diviserons en deux parties :

A l'E de la vallée du Colomb, on rencontre du S au N trois gisements intéressants :

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

a) Au pont Saint-Benoît le calcaire de base fournit *N. striatus* BRUG., *N. incrassatus* DE LA HARPE, et les marno-calcaires *N. striatus* BRUG. [A] et [B], *N. Garnieri* DE LA HARPE, *N. incrassatus* DE LA HARPE. Mais certaines formes de *N. striatus* des marno-

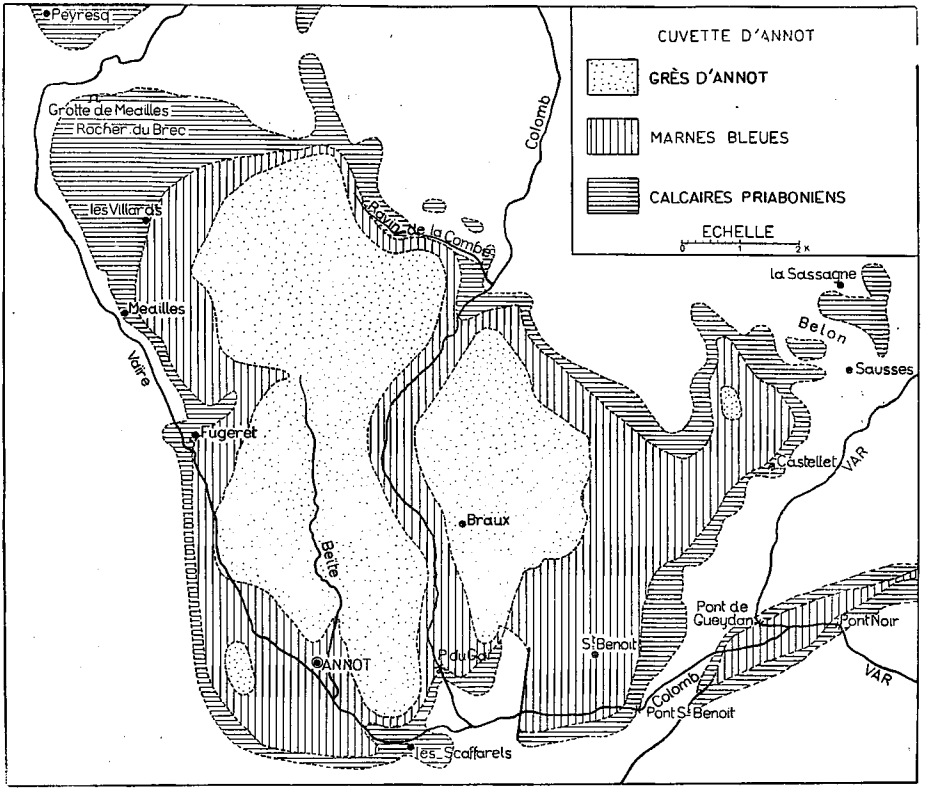


FIG. 2. — La cuvette d'Annot.

calcaires, déjà remarquées en ce point par J. Boussac ([6], p. 119) sont intéressantes. Elles sont plus plates que les formes typiques, leurs filets se raréfient et s'infléchissent sur les bords ; dans les derniers tours, plus lâches que dans les formes typiques, les cloisons s'incurvent et les chambres, devenant plus hautes que larges, y prennent les caractères qu'elles auront dans *N. Bouillei* DE LA HARPE. Ce ne sont pas des variations locales : nous les retrouverons ailleurs encore, et elles ont été signalées également à Biarritz (Boussac [8], p. 28), au Niederhorn et au Niedenhorn en Suisse, à Reichenhall en Autriche ([6], p. 585) et attribuées par H. Douvillé ([11], p. 21) à une forme de passage

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

de *N. striatus* Brug. à *N. Bouillei* de la Harpe. A la base du même gisement, on peut voir, dans le lit d'un torrent coulant EW et situé immédiatement au N de la halte du chemin de fer, un très gros bloc, poli par les eaux, de calcaire détritique contenant trois ou quatre *N. perforatus* [A].

b) Au Castellet-les-Sausses, on trouve, dans un calcaire reposant sur un conglomérat à gros galets de Sénonien, *N. striatus* Brug. et de petites Nummulites peu déterminables.

c) Enfin le lambeau de Sausses est intéressant à plusieurs titres : il est entièrement discordant sur les dépôts crétacés et fournit une faune abondante sur la crête qui sépare Sausses de Daluis, entre la cime du Content et un col où se trouve une ancienne borne frontière du Comté de Nice. La faune comprend :

N. striatus Brug.,
N. Chavannesi de la Harpe,
N. incrassatus de la Harpe,
Operculina alpina H. Douv.,
Orthophragmina radians d'Arch.,
Trochocyathus sp.,
Cyclolites Garnieri Tournouër,
Pectunculus Jacquoti Tournouër et sa var. *nobilis* Gümb. *in* Dreg.,
Pectunculus striatissimus Bell.,
Cyrena convexa Brongniart,
Amussium corneum Sow.,
Turritella imbricataria Lmk.,
Dentalium sp.

De plus, un petit lambeau voisin, situé sur la crête qui sépare la ferme de la Sassagne du quartier de Belon m'a fourni un bon exemplaire de *N. striatus* dont le dernier tour a les caractères de *N. Bouillei*.

Dans la vallée du Colomb et à l'W de cette vallée se trouvent les riches gisements d'Annot et des Scaffarels au S, de Méailles au N.

Les gisements d'Annot et de Scaffarels ont été très bien étudiés par J. Boussac ([6], p. 118). Il signale, dans le calcaire *N. Fabianii* Prever et *N. Bouillei* de la Harpe. Dans les marno-calcaires on peut récolter la faune suivante :

**N. incrassatus* de la Harpe[1],
N. Garnieri de la Harpe,
N. Chavannesi de la Harpe,
Heterostegina sp.,
Orthophragmina Pratti Mich.,
O. sella d'Arch.,
O. radians d'Arch.,
Polypiers,
**Clypeaster priscus* Opp.,
**Pectunculus Jacquoti* Tournouër, var. *nobilis* Gümb. *in* Dreg.,
**Crassatella semicostata* Bell.,
Chama sp.,
**Natica sigaretina* Lmk.

1. Les fossiles marqués d'un astérisque ont été signalés précédemment par J. Boussac.

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

Une bonne coupe est donnée par la vallée du Colomb en suivant la route des Scaffarels à Braux. Dans le calcaire de base j'ai ramassé *N. incrassatus* DE LA HARPE. Les marno-calcaires, exploités sur le chemin allant de la gare des Scaffarels au Pont du Gai et au Pont du Gai même (gisement très riche) donnent :

* *N. incrassatus* DE LA HARPE,
N. Chavannesi DE LA HARPE,
N. Garnieri DE LA HARPE,
Operculina alpina H. DOUV.,
Operculinella sp.,
Orthophragmina Pratti MICH.,
O. sella D'ARCH.,
O. nummulitica GÜMBEL,
Orthophragmina radians D'ARCH.,
Polypiers,
* *Echinolampas sp.*,
Serpula spirulæa LMK.,
* *Ostrea gigantica* SOL. *in* BRAND.,
Pectunculus Jacquoti TOURN. var. *nobilis* GÜMB. *in* DREG.,
* *Glycymeris* cf. *Gastaldii* MICHELOTTI.

Dans les marnes bleues, J. Boussac ne signale que des Orthophragmines ; j'y ai ramassé, en montant à Braux : *Orthophragmina Pratti* MICH., *O. sella* D'ARCH., *O. nummulitica* GÜMBEL, *O. radians* D'ARCH., *Pleurotomaria Sismondaï* GOLDF., *Vermetus inscriptus* D'ARCH.

Au Fugeret : *N. Garnieri* DE LA HARPE, *Orthophragmina Pratti* MICH.

Et au NW d'Annot, dans le ravin de la Beïte : *N. Chavannesi* DE LA HARPE, *Operculina alpina* H. DOUV., *Pectunculus Jacquoti* TOURN.

Tout à fait au N de la cuvette, dans le ravin de la Combe, où coule un affluent du Colomb, j'ai recueilli, dans le calcaire : *N. incrassatus* DE LA HARPE ; dans les marnes : *N. Garnieri* DE LA HARPE, *Orthophramina Pratti* MICH., *O. sella* D'ARCH., *O. radians* D'ARCH., *O. stellata* D'ARCH., *Trochocyatus cyclolitoïdes* BELL.

Enfin à Méailles, en montant de la gare au village, on traverse une corniche calcaire où J. Boussac signale *N. Fabianii* PREVER. Si, après avoir atteint le village, on se dirige vers la grotte de Méailles, on marche sur la surface des marno-calcaires formant le plateau des Villards où la faune est très abondante :

N. incrassatus DE LA HARPE,
N. Chavannesi DE LA HARPE,
N. Garnieri DE LA HARPE,
* *N. Bouillei* DE LA HARPE,
Operculina alpina H. DOUV.,
Orthophragmina Pratti MICH.,
Cyclolites Garnieri TOURN.,
Dasmia cornuta BELL.,
Trochocyatus sinuosus,
Trochocyatus sp.,
Trochosmilia sp.,
Un oursin non déterminable

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

Pectunculus Jacquoti Tourn.,
Glycymeris allonsensis Boussac,
Limopsis scalaris Sow.,
Meretrix incrassata Sow.,
Thracia prominensis Oppenh.,
Pecten biarritzensis d'Arch.,
* *Solen rimosus* Bellardi,
Tellina sp.,
Pholadomya sp.,
* *Nucula sp.*,
Dentalium nicense Bellardi,
Turritella imbricataria Lmk. var. *carinifera* Deshayes,
Natica sigaretina Lmk.,
Tornatellæa simulata Sol. *in* Brand.

Je rattacherai à la cuvette d'Annot le gisement de Peyresq qui n'en est séparé que par la vallée de la Vaïre. La coupe qu'il donne diffère cependant de celle de la cuvette d'Annot; elle commence par un conglomérat très puissant et les marnes bleues y sont presque entièrement érodées. Ainsi l'immense plateau dénudé de Peyresq, qui monte en pente douce vers la crête du Courradour, est constitué presque uniquement par le calcaire nummulitique, qui fournit :

N. Bouillei de la Harpe,
N. Garnieri de la Harpe,
N. Fabianii Prever,
N. striatus Brug.,
Operculina alpina H. Douv.,
Trochocyatus sp.,
Cyclolites Garnieri Tourn.,
Un oursin très orné,
Chlamys subdiscors d'Arch.,
Pecten biarritzensis d'Arch ,
Thracia prominensis Oppenh.,
Dentalium sp.,
Turritella imbricataria Lmk. var. *carinifera* Deshayes,
Diastoma costellatum Lmk.,
Natica sigaretina Lmk.,
Conus cf. diversiformis Desh.

Ce gisement appelle deux remarques :

1° L'aspect détritique du calcaire, le grand développement des conglomérats, dont on retrouve des bancs dans le calcaire même, le mauvais état des fossiles qui sont très roulés et souvent indéterminables, font songer à un faciès littoral en même temps qu'à une mer très agitée s'attaquant à des reliefs accusés.

2° Les *Nummulites striatus* sont des formes intermédiaires entre *N. striatus* et *N. Bouillei*. Par ailleurs, les échantillons de *N. Bouillei* de ce gisement présentent encore quelques différences avec les échantillons type, en particulier tels qu'on les trouvera dans l'Oligocène.

5. — Région de Colmars.

Un certain nombre de gisements de cette région avaient été déjà bien vus par J. Boussac [6] et je n'ai pu que confirmer ses observations. J'y renvoie donc pour tout ce qui concerne les coupes de Colmars proprement dit, de la Gardette, de la Sel-

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

lanche, où l'on trouve à la base *N. striatus* Brug. associé à *N. Fabianii* Prever et de l'Encombrette où J. Boussac signale la variété déjà citée de *N. striatus* à spire lâche. J'insisterai plus particulièrement sur les gisements de la vallée de la Lance et des lacs de Lignin.

La basse vallée de la Lance est taillée en gorge dans le Sénonien. Si l'on s'élève sur ses flancs, en un point situé entre l'embranchement du sentier du Pont de Miçon et le Pont de la Serre on trouve, reposant sur le Sénonien, un conglomérat peu épais, puis un calcaire à *N. striatus* Brug., *N. incrassatus* de la Harpe, *N. Fabianii* Prever passant graduellement à des schistes calcaires stériles. A la cabane des Juges, le conglomérat est remplacé par un calcaire détritique à nombreuses Orthophragmines où J. Boussac signale *N. Garnieri* de la Harpe, *N. Fabianii* Prever, *N. incrassatus* de la Harpe. En continuant vers les bergeries des lacs de Lignin, nous nous trouvons tout au long du chemin sur une région anticlinale et, sous les schistes calcaires à Orthophragmines qui forment ici l'équivalent des marnes bleues, nous verrons en plusieurs points affleurer, grâce à cette disposition tectonique et à l'érosion, les calcaires à Nummulites. J'ai rencontré ainsi : à la cabane de Faripone, *N. Fabianii* Prever, *N. incrassatus* de la Harpe, *N. Chavannesi* de la Harpe, *Operculina alpina* H. Douv. ; en dessous de la cabane du Clot de l'Aï, *N. Chavannesi* de la Harpe ; et au point coté 2.061 de la carte d'État-Major, *un bloc* qui m'a fourni la curieuse association de quatre ou cinq échantillons de *N. perforatus* de Montf. [A] avec une faune indiscutablement priabonienne : *N. Garnieri* de la Harpe, *N. incrassatus* de la Harpe, *N. Fabianii* Prever. Ce n'est pas la première fois que nous rencontrons ce fait, et je le discuterai en étudiant l'extension de l'Auversien.

6. — Massif des Trois Évêchés.

Une coupe faite entre la Tête de l'Adrech de Vachière et le Pic du Mourre de Simanice montre une disposition en écailles du Nummulitique. En effet, à la Tête de l'Adrech, sur un Sénonien normal on trouve environ 10 m. de calcaire nummulitique, puis une soixantaine de mètres de marnes bleues (Baisse de la Vachière). Mais sur ces marnes bleues repose une première écaille composée d'une faible épaisseur de Sénonien à Rosalines et de 5 à 6 m. de calcaire nummulitique. Puis vient une seconde écaille constituée par une série normale : 7 à 8 m. de calcaire nummulitique, 70 à 80 m. de marnes bleues, le flysch gréseux

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

et enfin le grès d'Annot. A la base de cette écaille se trouve un mince copeau (0 m. 60) de Sénonien à Rosalines qui est ainsi pincé entre deux barres de calcaire nummulitique et n'apparaît pas dans la morphologie.

La faune des calcaires de base contient *N. incrassatus* DE LA HARPE et *N. Bouillei* DE LA HARPE ; dans les marnes bleues se trouve la lumachelle classique à Orthophragmines.

Au point de vue stratigraphique, nous avons donc ici le Ludien transgressif ; au point de vue tectonique, des écailles para-autochtones prolongeant sans doute celles du Lauzet-sur-Ubaye.

CONCLUSIONS

Nous pouvons grouper sous trois chefs les conclusions auxquelles nous a conduit l'étude que nous venons de faire.

I. — Le golfe auversien.

J. Boussac avait donné de l'extension de l'Auversien [1] dans les Alpes méridionales, un schéma devenu classique : la présence de *N. perforatus* à la Noncière et au Lauzanier l'avait conduit à dater ces gisements comme auversiens. Il existe en fait, à ma connaissance, en dehors du golfe de Puget-Théniers, quatre gisements à *N. perforatus*.

1. La Noncière [2].
2. Le Lauzanier [3].
3. La vallée de Lignin [4].
4. Le Pont Saint-Benoît [5].

Il faut remarquer à ce sujet que ces quatre gisements ne contiennent *que des formes A*, d'ailleurs relativement rares. Au Lauzanier, à Lignin, au Pont Saint-Benoît elles sont accompagnées d'une faune priabonienne très riche : le Pont Saint-Benoît est l'un des plus beaux gisements de Nummulites priaboniennes de ma région. De plus, tous les points fossilifères avoisinant La Noncière fournissent une faune typiquement priabonienne. Je rangerai donc ces quatre gisements dans le Priabonien.

Ceci s'accorde d'ailleurs beaucoup mieux avec la paléogéographie : le « golfe d'Allos » très étroit, était difficile à imaginer.

1. Voir *supra*, p. 394, note 1.
2. Cf. *supra*, p. 396.
3. Cf. *supra*, p. 396.
4. Cf. *supra*, p. 403.
5. Cf. *supra*, p. 400.

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

Il reste à expliquer la présence de *N. perforatus* dans le Priabonien. Or, à ce sujet, A. F. de Lapparent [18] a, dans une note récente, attiré l'attention sur la facilité avec laquelle les Nummulites sont arrachées de leur gisement primitif pour être roulées, comme de petits galets, et reprises dans un dépôt ultérieur. Il en est sans doute ainsi dans ces quatre gisements.

L'Auversien se réduirait donc au golfe de Puget-Théniers dont les limites ont été précisées à l'W et au S par A. F. de Lapparent [17] et vers l'E dans l'Aution, par une remarque de A. Rivière [24].

II. — La transgression priabonienne.

La cuvette d'Annot nous fournit un très bel exemple de la transgression du Priabonien (fig. 2). A l'E, dans les calcaires de base de Sausses, du Castellet, du Pont Saint-Benoît, on trouve, comme dans les gisements du synclinal d'Agnère, *N. striatus* Brug. associée à d'autres petites Nummulites (*N. incrassatus* de la Harpe, *N. Fabianii* Prever). Un peu plus à l'W (la Sassagne) le calcaire contient la forme de passage de *N. striatus* à *N. Bouillei*, forme *qui se retrouve dans les marno-calcaires du Pont Saint-Benoît*. Puis, plus à l'W encore, *N. striatus* disparaît définitivement pour faire place à *N. Bouillei* typique (les Scaffarels, Méailles) qui, toujours associée à *N. Fabianii* et *N. Garnieri*, devient très abondante à Allons. *Ainsi, en allant de l'E à l'W, et les faciès demeurant constants, nous assistons progressivement à la disparition de N. striatus typique, à l'apparition des formes de passage entre N. striatus et N. Bouillei, enfin au remplacement de ces dernières par N. Bouillei typique.* Nous sommes donc naturellement amenés à établir des coupures stratigraphiques fondées sur ces fossiles. Si, continuant à faire le tour de la cuvette d'Annot, nous remontons de Méailles à Peyresq, nous voyons réapparaître les formes de passage entre les deux espèces précitées, puis, pénétrant dans le synclinorium de Colmars, *N. striatus* typique et assez fréquente. Cet exemple, joint à celui que donne A. F. de Lapparent [17] dans la région d'Entrevaux nous permet d'indiquer désormais avec une grande précision les limites qu'il convient d'assigner aux étages Priabonien inférieur ou Bartonien et Priabonien supérieur ou Ludien.

Le *Bartonien* couvre toute la région E de mon territoire jusqu'à une ligne jalonnée par les gisements où, dans les calcaires de base, *N. striatus* typique est remplacée par les formes de passage à *N. Bouillei*. C'est-à-dire qu'il va, inclusivement, jus-

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

qu'au Pont Saint-Benoît, à Sausses, aux montagnes à l'W de Colmars, à la cuvette de Sanguinière, au Lauzanier. Les gisements de la Sassagne et de l'Encombrette représenteraient l'extrême limite du Bartonien. Le gisement de Peyresq est déjà Ludien et, en ce lieu, la transgression est dirigée NE-SW.

Le *Ludien* s'étend à l'W de cette ligne avec les gisements classiques d'Allons, les Scaffarels, Méailles, où le calcaire de base contient *N. Bouillei* avec *N. Garnieri* et *N. Fabianii* abondantes. Il n'est limité à l'W que par le grand « chenal oligocène périalpin ».

III. — L'âge des grès d'Annot.

Nous avons déjà rappelé que, dans les Alpes françaises et suisses, les « marnes bleues » du Nummulitique autochtone sont surmontées par un ensemble gréseux très épais, appelé « grès de Taveyannaz », « grès du Champsaur », ou « grès d'Annot », suivant les régions. L'âge de cette formation a été l'objet de récentes controverses entre les géologues alpins.

J. Boussac, les ayant vus constamment surmonter le Priabonien, les classait naturellement dans le Lattorfien ([6], p. 74), admettant toutefois qu'ils pouvaient commencer dans le Ludien. Il y avait découvert des Globigérines [5], ce qui avait l'intérêt d'établir leur caractère marin, mais ne pouvait fournir aucune indication stratigraphique. Léon Bertrand [2, 3] a pensé pouvoir confirmer cette hypothèse, qu'il a toujours défendue, en se fondant sur une découverte de S. Deb. (une Lépidocycline (?), *N. striatus*, *N. incrassatus*, et un échantillon douteux de *N. intermedius*). Ces quelques fossiles, comme l'a fait remarquer L. Moret [22], ne sont guère probants : nous avons même vu que *N. striatus* typique caractérise toujours le Bartonien. Les Grès d'Annot n'ont jamais fourni d'autres fossiles [1], non plus que les grès du Champsaur, situés en bordure sud du Pelvoux.

Il en a été de même pendant longtemps des grès de Taveyannaz. Mais deux découvertes assez récentes dues à M. Lugeon [19] dans les Diablerets, et à L. Moret [20] au désert de Platé, ont remis en question l'âge des grès de Taveyannaz. Il s'agit d'Orthophragmines et de petites Nummulites « appartenant sans doute au groupe de *N. striatus* », abondantes et fraîches, ce qui semble exclure l'hypothèse d'un remaniement. Ces fossiles semblent bien établir l'âge éocène d'une partie au moins des

1. Voir *infra*, p. 408, note 2.

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

grès de Taveyannaz. Mais il ne s'ensuit peut-être pas que les grès d'Annot, *dans la région d'Annot*, soient du même âge.

S. Franchi [13] s'appuie, pour établir l'âge éocène des grès d'Annot, sur le fait que leur équivalent italien, le « macigno », passe latéralement au flysch à *Helminthoidea labyrinthica* qu'il considère comme éocène, en particulier parce qu'il serait surmonté en discordance par le Sannoisien. On a fait à cette argumentation des objections sur les faits : Léon Bertrand [3] a vu « en de nombreux points », dit-il, les grès d'Annot couronner le flysch à Helminthoïde en contact normal. De plus, Y. Gubler Wahl [16], qui admet l'interprétation de S. Franchi pour l'âge éocène des grès d'Annot, fait cependant quelques réserves : « l'auteur... ne tient pas compte de la position tectonique des couches » [1]. Je ne fais que rappeler cette discussion sur des faits que je n'ai pu moi-même observer. Mais, même en admettant en bloc l'opinion de Franchi en ce qui concerne les régions italiennes je vais m'attacher à montrer que cela n'entraîne nullement que, dans la région d'Annot, les grès d'Annot soient du même âge.

En effet, nous savons que le calcaire de base, lutétien en Italie, dans le golfe de Menton et jusqu'au col de Braus devient auversien à La Palaréa et dans le golfe de Puget-Théniers, qu'il est ensuite bartonien jusqu'au bord de la cuvette d'Annot, ludien d'Annot à Allons, et finalement lattorfien à Barrême. Nous savons aussi qu'il est surmonté de marnes bleues marines à Orthophragmines et petites Nummulites, ou de faciès équivalents (schistes calcaires au Lauzanier, flysch gréseux au Tournairet) d'une épaisseur variable, mais atteignant fréquemment une centaine de mètres. On ne pourrait réserver à ce sujet que la « zone à faciès septentrional » des Alpes-Maritimes : au Lauzanier par exemple, cette puissante formation n'est représentée que par quelques mètres de schistes calcaires, ce dont Franchi a tiré argument pour l'âge éocène des grès d'Annot au Lauzanier. Mais si, du Lauzanier, nous passons, vers l'W, au col de Jallorgues puis à l'Encombrette enfin à Colmars et au Massif des Trois Évêchés, nous nous rapprochons par un épaississement graduel des couches marneuses (à faciès d'ailleurs variables) d'une région où nous retrouverons les marnes bleues typiques avec leur développement maximum (100 m.) [2]. Ceci s'explique par des variations dans les conditions de sédimentation, et par une arrivée

1. [16, p. 110].

2. Il faut admettre cependant, qu'il existe une zone de subsidence locale à La Noncière, où les couches marno-schisteuses ont une épaisseur inaccoutumée.

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

plus tardive de la sédimentation détritique dans les régions occidentales. Nous remarquons des faits analogues dans le Massif du Tournairet, situé à peu près sur le méridien du Lauzanier : nous avons signalé [1] les variations de faciès qui s'y présentent. Rappelons que sur la route de La Tour aux Granges de la Brasque on observe la série calcaire, flysch gréseux, grès d'Annot et à quelques kilomètres de là, vers l'E, à Saint-Jean, la série : calcaire, marnes bleues, grès d'Annot; à l'approche du Mercantour, la sédimentation gréseuse tend donc à descendre plus bas dans l'échelle stratigraphique.

En résumé, en allant d'E en W dans les régions méridionales, nous suivons la transgression des deux termes inférieurs — calcaires et marnes bleues — les faciès restant d'ailleurs constants. Les marnes bleues en particulier se poursuivent sans changement jusque dans les régions oligocènes (A. F. de Lapparent [17]). Le troisième terme de la « trilogie », les grès supérieurs, étant marin lui aussi, il en est vraisemblablement de même pour lui : dans la région d'Annot où le Ludien transgressif très épais (plus de 100 m.) se trouve surmonté par les grès, il est tout naturel d'admettre que ces derniers sont plus jeunes que leurs « équivalents » de la région italienne où le Lutétien est transgressif.

Finalement, nous sommes conduits à admettre que les grès d'Annot doivent être entièrement oligocènes dans la région d'Annot, mais qu'ils doivent commencer dès le Ludien dans des régions plus orientales (Lauzanier, Puget-Théniers, Tournairet); et peut-être même descendre encore plus bas dans l'Éocène à mesure que l'on s'éloigne vers l'E dans les régions italiennes [2].

En résumé, l'*Auversien* de J. Boussac se réduit au seul golfe de Puget-Théniers; le *Bartonien* à *N. striatus* peut être distingué du *Ludien* à *N. Bouillei*. Enfin les grès d'Annot, probablement éocènes vers l'E, doivent s'élever vers l'W dans l'échelle stratigraphique, comme les deux formations qu'ils couronnent et devenir lattorfiens dans les régions les plus occidentales des Basses-Alpes.

1. Cf. *supra*, p. 397.

2. Tout récemment, à la séance du 15 novembre 1937 (*C. R. som. Soc. Géol. Fr.*, 1937, p. 208) de la Société géologique, M. Gignoux et L. Moret ont signalé l'existence d'une faune typiquement priabonienne dans les grès d'Annot à Saint-Clément (Hautes-Alpes). Toutefois il s'agit d'une découverte faite dans la nappe, donc dans une région beaucoup plus interne que celle dont nous nous occupons.

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

BIBLIOGRAPHIE

1. Léon Bertrand. — Étude géologique du Nord des Alpes-Maritimes. Thèse. *Bull. Carte géol. Fr.*, n° 56, t. IX, 1896.
2. — L'âge oligocène des grès d'Annot. *C. R. som. Soc. Géol. Fr.*, p. 229, 1935.
3. — Sur l'âge des grès d'Annot dans les Alpes-Maritimes franco-italiennes. *C. R. som. Soc. Géol. Fr.*, p. 73, 1936.
4. J. Boussac. — Le terrain Nummulitique des Alpes méridionales. *Bull. Soc. Géol. Fr.* (4), t. VI, p. 261, 1906.
5. — Présence d'organismes marins dans les grès d'Annot des environs de Colmars. *C. R. som. Soc. Géol. Fr.*, p. 88, 1911.
6. — Études stratigraphiques sur le Nummulitique alpin. *Mém. Carte Géol. Fr.*, 1 vol., 1911.
7. — Études paléontologiques sur le Nummulitique alpin. *Mém. Carte Géol. Fr.*, 1 vol. et 1 atlas, 1911.
8. — Études stratigraphiques et paléontologiques sur le Nummulitique de Biarritz. *Ann. Hébert*, t. V, 1 vol., 24 pl., 1911.
9. P. Comte. — Sur la géologie du bassin de la Haute Tinée. Libr. Arnette, Paris, 1930.
10. S. Deb. — Étude sur les conditions de dépôt de la série des grès d'Annot dans les Alpes-Maritimes. *C. R. som. Soc. Géol. Fr.*, p. 28, 1936.
11. H. Douvillé. — Évolution des Nummulites dans les différents bassins de l'Europe occidentale. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (4), t. VI, p. 13, 1906.
12. J. Flandrin. — La faune de Tizi Renif, près Dra el Mizan, Algérie. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (5), t. IV, p. 251, 5 fig., 3 pl., 1934.
13. S. Franchi. — Le « arenarie di Annot » e la zona ad « Helminthoidea labyrinthica » nell' eocene delle Alpi Marittime et dell' Apennino Genovese. *Boll. R. Comitt. Geol. d'Italia*, vol. XLV, f. 3-4, p. 233-333, 3 pl., 1916.
14. M. Gignoux et L. Moret. — Les grandes subdivisions géologiques des Alpes françaises. *Ann. de Géographie*, n° 244, 1934.
15. J. Goguel. — Description tectonique de la bordure des Alpes de la Bléone au Var. *Mém. Carte Géol. Fr.*, 1936.
16. Yvonne Gubler Wahl. — La nappe de l'Ubaye au Sud de la vallée de Barcelonnette. Thèse. Imprimerie de la Faculté de Médecine. Paris, 1928.
17. A. F. de Lapparent. — La transgression nummulitique dans les Alpes de Provence. *CR. Ac. Sc.*, t. 200, p. 157, 7 janv. 1935.
18. — Nummulites remaniées. *C. R. somm. Soc. Géol. Fr.*, p. 47, 1937.
19. M. Lugeon. — Sur l'âge des grès de Taveyannaz. *Eclogæ geol. Helv.*, v. XVIII, n° 2, p. 220, 1923.
20. L. Moret. — Sur la présence d'Orthophragmines dans les grès de Taveyannaz au désert de Platé et sur ses conséquences. *CR. Ac. Sc.*, 21 janvier 1924.
21. — Géologie du Massif des Bornes et des klippes préalpines des Annes et de Sulens. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, n° 22, 1934.

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

22. L. Moret. — Sur l'âge des complexes détritiques qui terminent la série nummulitique subalpine. *C. R. som. Soc. Géol. Fr.*, p. 22, 1936.
23. — L'âge des complexes détritiques terminaux du Nummulitique subalpin envisagé du point de vue de la structure générale des Alpes. *C. R. som. Soc. Géol. Fr.*, p. 37, 1936.
24. A. Rivière. — Observations sur le Nummulitique de la feuille de Nice au 80.000e. *Bull. Carte géol. Fr.*, t. XXXIII, n° 176, *C. R. collab.*, p. 120, 1929.
25. Ch. Schlumberger. — Troisième note sur les Orbitoïdes. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (4), t. III, p. 273, 6 fig., 5 pl., 1903.
26. — Quatrième note sur les Orbitoïdes. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (4), t. IV, p. 119, 7 fig., 4 pl., 1904.
27. Tournouër. — Note sur les fossiles tertiaires des Basses-Alpes ramassés par Garnier. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (2), t. XXIV, p. 492, 1872.

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

Révision du genre *Microschiza* Gemmellaro

par **Geneviève Delpey** [1].

La magnifique faune des sables de Cordebugle (Calvados) a donné lieu à une belle étude monographique de M. A. Bigot. Il en a détaché deux espèces des plus intéressantes : *Microschiza abbreviata*, et *Microschiza turbinoides* qui ont fourni une importante série de variations.

A propos de cette espèce, M. A. Bigot avait envisagé la révision des *Microschiza* jurassiques. Ayant eu l'occasion de m'occuper de ce groupe, il m'a paru intéressant, d'accord avec M. Bigot, de reprendre les observations antérieures et d'y chercher une simplification de la classification.

Définition.

Le genre *Microschiza* comprend des *Pseudomelaniidae* de taille assez courte, et d'angle assez grand, souvent ornés. Les tours portent un bourrelet inférieur et parfois un renflement supérieur. Le profil du labre, assez fortement concave vers l'ouverture, est fidèlement reproduit par les stries d'accroissement. Le plafond, partie supérieure de l'ouverture, est plus ou moins renversé vers la partie dorsale de la coquille. Le bord columellaire, souvent excavé, est continué par le bord pariétal suivant une courbe assez régulière. Le cal pariétal s'étale plus ou moins sur la base de l'ombilic.

La présence d'un ombilic souvent notable, qui distingue ce genre des autres *Pseudomelaniidae*, paraît être fonction de l'angle spiral, comme cela se produit chez la plupart des autres Gastéropodes. La base forme un bourrelet périombilical qui tend à se raccorder au bord columellaire pour donner une sorte de limbe.

1. Note présentée à la séance du 6 décembre 1937.

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

Historique.

En 1878, Gemmellaro (p. 252), sépara un sous-genre *Microschiza*, de *Chemnitzia* (= *Pseudomelania*). *Microschiza* a pour types *M. Philenor* d'Orbigny, *M. condensata* Deslongchamps, *M. bucciniformis* Gemmellaro. Gemmellaro décrivit dans le même ouvrage deux autres *Microschiza*.

En 1882, Hudleston (p. 203) créa le genre *Cloughtonia* (non T. S. Halle, 1912) intermédiaire, pour lui, entre *Natica* (= *Ampullina*) et *Chemnitzia* (= *Pseudomelania*). Le type de *Cloughtonia* est *Phasianella cincta* Phillips.

En 1887-96, Hudleston reprit ce genre. Il y plaça *Melania abbreviata* Roemer, et fit observer que ces formes sont très voisines des *Microschiza* de Gemmellaro.

En 1909, Cosmann, dans ses « Essais de Paléoconchologie comparée », distingue en *Cloughtonia* et *Microschiza* deux sous-genres de *Pseudomelania*. Cet auteur cite parmi les *Microschiza* :

2 espèces hettangiennes : *Turbo Philenor* d'Orbigny type de Gemmellaro, et *Littorina clathrata* Deshayes.

2 espèces sinémuriennes : *M. Myrto* et *M. acutispira* Gemmellaro, ainsi qu'une forme voisine de *T. Philenor*.

3 espèces charmouthiennes : *M. colpophora* et *M. macrospira* Cossmann, *Chemnitzia brannoviensis* Dumortier.

Cossmann admet ensuite une interruption de ces formes au Jurassique et reprend son Catalogue au Crétacé.

3 espèces néocomiennes : *Purpurina Falloti* Choffat, *Chemnitzia grodischtana* Hohenegger et *Chemnitzia orthoptycha* Ascher.

1 espèce barrémienne : *Microschiza Pellati* Cossmann.

1 espèce turonienne : *Chemnitzia inflata* d'Orbigny.

Cossmann distingue aussi 2 sections de *Microschiza* : l'une, *Tuberculopleura* Jakowlew, permienne ; l'autre *Hudlestoniella* Cossmann, connue par des espèces bajociennes, bathoniennes et calloviennes.

Sans indiquer de rapports avec *Microschiza*, Cossmann cite dans son étude de *Cloughtonia* :

1 espèce bajocienne : *Phasianella cincta* Phillips, type de Hudleston.

1 espèce oxfordienne : *Melania condensata* Deslongchamps.

1 espèce séquanienne : *Melania abbreviata* Roemer.

1 espèce kiméridgienne : *Melania abbreviata* Roemer.

1 espèce portlandienne : *Pseudomelania Beaugrandi* de Loriol.

En 1927, Blanckenhorn créa le genre *Coronatica* pour *Chem-*

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

nitzia inflata d'Orbigny. Il y plaça trois espèces libanaises : *C. ornata* Fraas, *C. purpuroidea* Blanckenhorn, *C. biconica* Blanckenhorn et rangea ce genre parmi les *Naticidae*.

Microschiza (fig. 1).

L'acception la plus étroite du terme *Microschiza* s'adapte à son type et aux formes voisines de celui-ci. Ce sont des espèces liasiques.

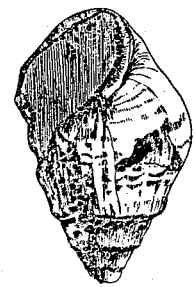


Fig. 1. *Microschiza clathrata* Deshayes. Hettangien. *Microschiza* typique. (Grandeur nat.)

Microschiza clathrata Deshayes dont les variations ont été étudiées par Terquem à propos de la « Monographie de la faune d'Hettange », a été mise en synonymie avec *Turbo Philenor* d'Orbigny (p. 326, pl. CCCXVI, fig. 1). La spire est formée de tours presque plans chez les jeunes, excavés chez l'adulte. Il y a toujours un bourrelet inférieur aux tours, formant rampe. Au dernier tour, un renflement circonscrit la base qui est presque indistincte et élevée. Ce renflement est masqué, chez les premiers tours, par le recouvrement des suivants. L'ornementation se compose de faibles côtes transversales, et de cordons longitudinaux donnant, suivant leurs reliefs respectifs, un aspect multituberculé, treillissé ou costulé, à la surface du test.

A côté de ces *Microschiza* typiques, Gemmellaro a décrit des formes moins différenciées :

Microschiza Myrto Gemmellaro et *Microschiza acutispira* Gemmellaro, sont allongées. Leur ornementation, uniquement composée de côtes transversales, est émoussée. Le bourrelet inférieur et le renflement péribasal sont plus ou moins nets. On peut rapprocher de ces formes *Microschiza brannoviensis* Dumortier (p. 218, pl. XXVII, fig. 11) dont l'ornementation, presque lisse, comporte un bourrelet inférieur noduleux.

Ces espèces liasiques, de taille relativement faible, ont des caractères assez peu accentués. La faiblesse du renflement péribasal rapproche *Microschiza* de *Pseudomelania*. Ces deux genres se distinguent toutefois par l'ornementation de *Microschiza* et par son angle assez grand, bien qu'il ne permette pas cependant l'ouverture de l'ombilic.

Les *Hudlestoniella* ne se distinguent des *Pseudomelania* que par l'ornementation formée de côtes transversales sur les premiers tours. Connues par des espèces du Bajocien, Bathonien et Callo-

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

vien, elles semblent pouvoir venir des formes allongées de *Microschiza* telle que *M. Myrto* GEMMELLARO.

Cloughtonia (fig. 2).

Cloughtonia cincta HUDLESTON est une espèce trapue, dont le test est lisse. Un bourrelet inférieur est seul visible sur les premiers tours. La base, circonscrite par un bourrelet saillant, est peu élevée. Cette espèce, unique au Bajocien, est de petite taille.

Au Bathonien et au Callovien, on ne connaît pas de *Cloughtonia*. Mais de l'Oxfordien au Portlandien, *Cloughtonia* est représentée par plusieurs espèces ; les principales sont *Microschiza abbreviata* ROEMER et *Microschiza turbinoides* BIGOT. Deux *Cloughtonia* de petite taille sont encore signalées par Hudleston au Portlandien. *Chemnitzia naticoides* HUDL. (p. 392, pl. XI, fig. 10) et *Chemnitzia decussata* HUDL. (p. 393, pl. XI, fig. 11).

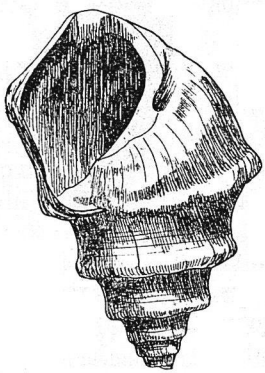


Fig. 2.
Microschiza turbinoides BIGOT. Séquanien. *Cloughtonia* typique.
(Grandeur naturelle.)

L'étude des Gastéropodes du Liban me permettra de montrer que des espèces de *Cloughtonia* sont connues au Crétacé.

Cloughtonia est donc une forme dont l'ornementation est très spécialisée : l'individualisation du bourrelet péribasal est très particulière. L'angle spiral, souvent grand, permet l'ouverture d'un ombilic, chez de nombreux individus. Les dimensions de *C. cincta* sont faibles ; on connaît ensuite des formes plus grandes.

Fig. 4.
Microschiza inflata D'ORBIGNY. Turonien, type de l'espèce.
(Grandeur naturelle.)

Coronatica (fig. 3-4).

Coronatica inflata D'ORBIGNY (p. 71, pl. CLVI, fig. 2) est une espèce assez allongée, dont les tours possèdent une rampe infé-

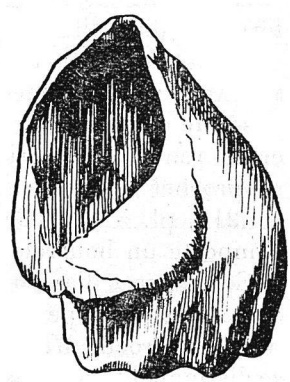


Fig. 3.
Microschiza inflata D'ORBIGNY, d'après la fig. 31, pl. V du mémoire de Roman et Mazeran sur le Turonien d'Uchaux. *Cloughtonia* typique. (Grandeur nat.)

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

rieure, sur laquelle des plis transversaux forment des épines. La base très élevée n'est circonscrite ni par un bourrelet, ni par un renflement péribasal. Elle n'est pas ombiliquée. Les dimensions sont de l'ordre de celles des *Cloughtonia* du Jurassique supérieur.

Coronatica apparaît donc comme contenant des formes sans bourrelet ni renflement péribasal, et dont la rampe est épineuse.

Discussion.

Quels rapports y a-t-il entre *Microschiza*, *Cloughtonia* et *Coronatica*?

On doit tout d'abord remarquer la citation d'espèces répondant à la définition de *Cloughtonia* par les auteurs de *Microschiza* et de *Coronatica* (*C. condensata* pour *Microschiza*, *C. purpuroidea* pour *Coronatica*).

Cossmann, laissant réunies les espèces de *Microschiza* et de *Coronatica*, genre qui n'était pas encore décrit, donne à *Cloughtonia* une valeur égale à celle de ce groupe. Dans la discussion de ces sous-genres, il ne parla pas de leurs rapports.

D'après les diagnoses reprises dans les Essais de Paléoconchologie comparée, les différences les plus notables entre *Cloughtonia* et *Microschiza* sont la présence d'un angle vers le milieu du bord labial de l'ouverture et l'excavation de la columelle chez *Cloughtonia*.

Or, l'angle de l'ouverture résulte de la présence du fort bourrelet péribasal. La concavité de la columelle du côté de l'ouverture s'explique par l'élévation moindre de la base de *Cloughtonia*. Il me semble logique d'admettre que, la saillie du bourrelet pliant la base, celle-ci diminue de hauteur. Le bourrelet péribasal paraît donc être le seul caractère distinctif entre *Cloughtonia* et *Microschiza*. Or, chez *Microschiza*, il existe un renflement péribasal plus ou moins net.

On connaît tous les intermédiaires souhaitables, au Crétacé, entre *Cloughtonia* et *Coronatica*. Chez *Purpurina Falloti* Choffat et *Melania aptiensis* Landerer, le bourrelet s'efface plus ou moins, la base devenant progressivement plus élevée.

Coronatica nous ramène à une forme de *Microschiza*, mais beaucoup plus spécialisée : la rampe est épineuse, l'ornementation presque invariable. Les dimensions de *Coronatica* sont plus considérables que celles de *Microschiza*.

Conclusions.

On peut individualiser un genre *Microschiza* pour des *Pseudomelaniidae* à ornementation forte, portant un bourrelet infé-

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

rieur au tour, à angle suffisamment grand pour permettre souvent l'ouverture de l'ombilic, au moins chez les formes à base peu élevée.

Le passage paraissant démontré de *Microschiza* à *Cloughtonia* et à *Coronatica*, on peut admettre trois sous-genres se remplaçant approximativement dans la série stratigraphique (*Cloughtonia* continuant à vivre, cependant, au Crétacé parallèlement à *Coronatica*). Le sous-genre *Coronatica* peut être considéré comme un retour plus spécialisé à la forme *Microschiza*.

Ainsi se trouve comblée la lacune présumée de *Microschiza* au Jurassique, déplorée par Cossmann.

BIBLIOGRAPHIE

1836. Roemer (Friedrich Adolf). — Die Versteinerungen des Norddeutschen Oolithen-Gebirges. Hannover.

1843. Deslongchamps [Eudes]. — Mémoire sur les Mélanies fossiles des Terrains secondaires du Calvados. *Mémoires de la Société Linnéenne de Normandie*. T. VII.

1850. d'Orbigny (Alcide). — Paléontologie française des terrains jurassiques. T. II, Gastéropodes.

1869. Dumortier (Eugène). — Études paléontologiques du Bassin du Rhône. III. Lias moyen. Paris.

1873-74. de Loriol et Pellat. — Monographie paléontologique et géologique des étages supérieurs de la formation jurassique des environs de Boulogne-sur-Mer. *Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève*. T. XXIII, 2e partie.

1878. Gemmellaro (Gaetano Giorgo). — Sui fossili del calcare cristallino delle montagne del Casale e di Bellampo-nella provincia di Palermo. *Giornale di Scienze Naturali ed Economiche di Palermo*. Vol. XIII.

1881. Hudleston (Wilfrid A.). — Note on some Gasteropoda from the Portland Rocks of the Vale of Wardour and of Bucks. *The Geological Magazine*, New series, dec. II, vol. VIII.

1882. Hudleston (Wilfrid H.). — Contributions to the Paleontology of the, Yorkshire Oolites. *The Geological magazine*. New series dec. II, vol. IX.

1885. Terquem (Oscar). — Paléontologie de l'étage inférieur de la formation liasique de la province de Luxembourg, grand Duché (Hollande) et de Hettange, du département de la Moselle. *Mémoires de la Société géologique de France*, 2e série, tome V, 2e partie.

1887-96. Hudleston (Wilfrid H.). — A monograph of the Inferior oolite Gasteropoda. *The paleontographical society*.

1909. Cossmann (Maurice). — Essais de Paléoconchologie comparée, t. VIII.

1927. Blanckenhorn (Max). — Die fossilen Gastropoden und Scaphopoden der Kreide von Syrien-Palästina. *Palaeontographica*. T. LXIX.

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

Pseudomélaniadés des sables séquaniens de Cordebugle (Calvados)

par **A. Bigot**[1].

Planches XXIV et XXV.

Dans une Monographie dont il n'a pas été possible, pour des raisons matérielles, de continuer la publication[2] et qui est restée manuscrite, j'ai décrit plusieurs espèces de Pseudomélaniadés des sables séquaniens de Cordebugle.

La faune de ce gisement est représentée dans les Collections de la Faculté des Sciences de Caen par de très nombreux échantillons que j'ai recueillis entre 1902 et 1903 avec Louis Brasil.

Dans la Monographie à laquelle il vient d'être fait allusion, j'ai traité l'espèce d'une façon très large. Quand une espèce est représentée par de très nombreux individus, comme c'est le cas pour beaucoup d'espèces de Cordebugle, on constate la très grande variabilité des caractères, qui se modifient par des transformations nuancées, aboutissant à des formes extrêmes qui, examinées isolément, seraient considérées comme des espèces distinctes. C'est le cas pour les Trigonies, les Astartes, la plupart des Cérithiadés, des Naticidés et des Pseudomélaniadés.

Maurice Cossmann a consacré un chapitre de ses *Essais de Conchyliologie comparée*[3] à la classification et à la discussion des caractères des genres et des sous-genres de la famille des Pseudomélaniadés, dont les représentants sont si nombreux dans le Jurassique.

L'étude critique des Genres *Microschiza* et *Cloughtonia* a été reprise par Mlle Geneviève Delpey à l'occasion de la description des faunes du Crétacé du Liban. Je limite donc ce qui a trait à la discussion des genres de Pseudomélaniadés à ce qui est nécessaire pour le classement des espèces de Cordebugle, et je renvoie pour les genres *Microschiza* et *Cloughtonia* au travail de Mlle Delpey.

1. Note présentée à la séance du 6 décembre 1937.

2. Contribution à l'étude de la Faune jurassique de Normandie : 3e Mémoire : Sur la faune des Sables jurassiques supérieurs du Calvados, 1er fascicule (en collaboration avec L. Brasil), 24 p., 1 pl. *Mém. Soc. Linn. Norm.*, t. XXI, 1904.

3. 8e Livraison, avril 1909, pp. 78-110.

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

Les espèces de Cordebugle sont au nombre de 4, rangées dans 3 genres :

Oonia Brasili n. sp.
Cloughtonia turbinoides n. sp.
Cloughtonia abbreviata (Römer).
Mesospira cf. *Guirandi* (P. de Loriol).

Avec Maurice Cossmann je réserve le nom de *Pseudomelania* aux espèces turriculées, dont les tours sont légèrement convexes (*Pseudomelania normaniana* d'Orb. du Bajocien) ou dont les tours sont légèrement excavés (*Pseudomelania coarctata* Eudes-Deslongchamps du Bajocien).

Dès 1878 Gemmellaro[1] avait reconnu la nécessité de démembrer l'ancien genre *Chemnitzia*, mais les caractères et les limites des sections de Gemmellaro n'ont été établis d'une façon précise que par Maurice Cossmann. Auparavant, des formes telles que *Pseudomelania collisa* de Loriol, *Chemnitzia Calypso* d'Orbigny ont été en général classées dans le genre *Pseudomelania*, *sensu stricto*. Mais parmi les types du Genre *Oonia* de Gemmellaro figurent précisément *Ch. Calypso* d'Orb. et d'autres formes trapues. *Ch. Cornelia* d'Orb., *Melania abbreviata* Terquem (non d'Orbigny). C'est cette dernière espèce qui, sous le nom de *Pseudomelania hettangiensis*, a été choisie par M. Cossmann comme type du Genre *Oonia*[2].

Les espèces qui viennent d'être énumérées sont des formes trapues, comme la variété de l'espèce de Cordebugle décrite ici sous le nom de *Oonia Brasili* qui rentre avec elles dans le genre *Oonia*.

Les formes encore plus trapues, telles que *Pseudomelania Guirandi* P. de Loriol, ne sont pas des *Oonia* mais des *Mesospira*, dont le Génotype est *Phasianella Leymerii* d'Archiac, du Bathonien[3].

Cloughtonia turbinoides n. sp.
(Pl. XXIV, fig. 1 à 4).

Holotype (pl. XXIV, fig. 1-1 *a*). La coquille est trochiforme, à surface rugueuse. La spire est formée de 4 à 5 tours légèrement étagés, dont la hauteur est à peine la moitié de la largeur. Ces tours sont séparés par des sutures canaliculées ; ils sont excavés par la saillie d'un bourrelet antérieur et d'un bourrelet postérieur. Ces bourrelets

1. Sopra alcune Faune giuresi e liasiche della Sicilia Studi paleontologici 1872-1882.
2. Essais de Paléoconchologie comparée, 8e livraison, 1909, p. 86.
3. Essais de Paléochonchologie comparée, 8e livraison, 1909, p. 90.

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

sont légèrement tuberculeux, surtout le bourrelet antérieur. Le dernier tour est très grand ; vu du côté ventral il occupe plus des deux tiers de la coquille ; sa base convexe est lisse, limitée en arrière par le bourrelet antérieur du tour. L'ouverture est subrhomboïdale, rétrécie et subcanaliculée en arrière, dilatée et arrondie en avant, anguleuse du côté du labre au niveau du bourrelet antérieur. Le labre, un peu sinueux, n'est pas épaissi. Le bord columellaire est à peine légèrement convexe, avec une callosité qui s'étend jusqu'à l'extrémité postérieure de l'ouverture. La columelle, courte, légèrement arquée, se raccorde avec le bord antérieur de l'ouverture ; elle limite une fissure ombilicale qui se continue en avant par un canal tordu.

Variétés. — *Cloughtonia turbinoides* est une espèce assez commune à Cordebugle.

Elle y est représentée, avec la forme choisie comme holotype, par des formes qu'il est impossible de séparer comme espèces. Je figure les plus extrêmes de ces *variétés*.

Dans celle qui est représentée fig. 2, les nodosités s'accusent sur le bourrelet du dernier tour. La forme représentée fig. 3-3 *a* est moins allongée que la forme type ; les bourrelets des tours sont lisses, plus saillants, ce qui donne aux tours un profil plus excavé. Enfin, la dernière forme figurée (fig. 4) est plus allongée, les tours sont moins excavés, moins étagés ; elle paraît préparer le passage à l'espèce *abbreviata*, mais elle s'en distingue par ses sutures canaliculées et son bourrelet antérieur tuberculeux.

Dimensions :

	Holotype (fig. 1)	Var. (fig. 3)	Var. (fig. 4)
Longueur totale	61 mm.	40 mm.	47 mm.
Hauteur du dernier tour (du côté dorsal)	35 mm.	25 mm.	25 mm.
Largeur du dernier tour (du côté dorsal)	41 mm.	27 mm.	28 mm.
Angle apical	60°	65°	50°

Observations. — L'holotype de *Cl. turbinoides* (fig. 1-1 *a*) ressemble au *Turbo michaelensis* de Buvignier [1]. La principale différence est que *T. Michaelensis* n'a pas de fissure ombilicale. Ce caractère n'a pas une grande importance, car il y a des variétés de *Cloughtonia abbreviata* dans lesquelles cette fissure ombilicale est recouverte entièrement par la callosité columellaire. Il faudrait pouvoir examiner le type du Corallien de Saint-Mihiel et le comparer à l'espèce de Cordebugle.

Cl. turbinoides doit être comparé aussi à *Purpuroidea ornata*

1. Statistique de la Meuse, 1852, Atlas, p. 36, pl. XXVI, fig. 9-10.

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

THURMANN[1]. L'échantillon figuré par P. de Loriol a la même forme et la même ornementation que *Cl. turbinoides*, mais il n'a pas de fissure ombilicale.

Plus voisins encore sont *Pseudomelania* (*Chemnitzia*) *nodifera* PERRIN SMITH du Kimméridgien inférieur[2] et *Turbo Trautscholdi* de W. Naliskin et M. Askimov[3].

Cl. turbinoides existe dans les sables séquaniens de Cherré (Sarthe) où elle est citée par Guillier[4] sous le nom de *Turbo Michaelensis*. J'ai pu m'assurer par l'examen des échantillons de la Collection Guillier au Musée du Mans que l'espèce de Cherré est la même que celle de Cordebugle.

Cloughtonia abbreviata (RÖMER)

(Pl. XXIV, fig. 5 à 7.)

Melania abbreviata RÖMER. Die Versteinerungen des norddeutschen Oolithen-Gebirges, 1836, p. 159, pl. X, fig. 4.

Melania condensata EUDES-DESLONCHAMPS. Mémoire sur les Mélanies fossiles des Terrains secondaires du Calvados, in Mémoires de la Société Linnéenne de Normandie, t. VII, p. 227, pl. XII, fig. 13.

Néotype (pl. XXIV, fig. 5). La coquille est allongée, turriculée, lisse. La spire est formée de 5 à 6 tours étagés, dont la largeur est double de la hauteur. Les sutures des tours ne sont pas canaliculées. Les tours sont légèrement excavés, par suite de la saillie d'un bourrelet postérieur peu saillant et d'un bourrelet antérieur recouvert par le retour de la spire. Le dernier tour est très grand ; vu du côté ventral, il occupe les deux tiers de la longueur de la coquille. La base, conique, est limitée en arrière par le bourrelet antérieur du dernier tour et en avant par un bourrelet columellaire peu proéminent. L'ouverture est subrhomboïdale, anguleuse et subcanaliculée en arrière, dilatée et arrondie en avant. Le labre, un peu épaissi, est sinueux. Le bord columellaire est droit et se raccorde par une courbe concave avec la partie antérieure du labre. La columelle est à peine sinueuse, bordée par une callosité généralement épaisse qui limite la fissure ombilicale, étroite et peu profonde.

L'identité de *Melania condensata* EUDES-DESLONGCHAMPS 1842 et de *Melania abbreviata* RÖMER 1836 a été établie par P. de

1. In P. DE LORIOL. Oxfordien supérieur du Jura bernois, pl. VII, fig. 2.

2. Die Jurabildungen des Kahlberges bei Echte, *Jarb. d. k. k. Preuss. Geol. Landesanstalt*, für 1891, p. 342, pl. XXIV, fig. 1 à 6.

3. La Faune du Jura du Donetz. III. Gastropodes. *Mém. Com. Géol. Russie*, n^lle^ série, livraison 136, 1917, 46 p., pl. I-III. Résumé et description en français des formes nouvelles, p. 33, pl. III, fig. 15-16.

4. Géologie de la Sarthe, 1886, p. 192.

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

Loriol en 1873 (Jurassique supérieur de Boulogne-sur-Mer, p. 80, pl. VIII, fig. 2 et 3).

La forme décrite et figurée ici comme néotype (pl. XXIV, fig. 5) est aussi semblable que possible à l'échantillon des couches coralligènes de Trouville décrit et figuré par Eudes-Deslongchamps et qui fait partie de la collection Deslongchamps au Laboratoire de Géologie de Caen, mais la coloration de cet échantillon, formée de lignes transversales étroites, arquées, est beaucoup moins apparente que dans la figure.

Maurice Cossmann a aussi figuré cette espèce d'après un échantillon de Cordebugle rapporté provisoirement à *Pseudomelania* (*Clougtonia*) cf. *abbreviata* (Essais de Paléoconchologie, 8e livraison, p. 90, pl. II, fig. 5-6).

Variétés. — Cossmann signale qu'il y a peut-être à Cordebugle deux espèces ou une variété de la même. En réalité, bien que *Cloughtonia abbreviata* soit moins variable que *Cl. turbinoides*, il n'est pas possible de distinguer comme espèces les variétés dont j'ai figuré les plus typiques. On voit que le galbe général de ces formes reste le même. Les différences ne portent que sur l'allongement, donnant des formes plus trapues avec tours plus ou moins excavés, différences insignifiantes et sans valeur quand on examine une série d'échantillons.

Je signale cependant l'échantillon figuré pl. XXIV, fig. 7, à cause de son ouverture plus élargie en avant, dont le bord columellaire est droit, redressé, détaché de la base et limite une fissure ombilicale plus accentuée que dans les formes types.

Dimensions de l'échantillon néotype (fig. 5).

Longueur totale	60 mm.
Longueur du dernier tour du côté dorsal	28
Largeur du dernier tour du côté dorsal	27
Angle apical	40°

Oonia Brasili n. sp.

(Pl. XXV, fig. 1 à 5.)

Holotype (fig. 3-3 *a*). La coquille, dont le test est mince, est de taille moyenne, de forme ovalo-conique. La spire est formée de 6 à 7 tours légèrement convexes, croissant graduellement, séparés par des sutures linéaires bien marquées. Le dernier tour, vu du côté ventral, occupe environ les deux tiers de la longueur totale. L'ouverture est ovale, allongée dans le sens de la longueur de la coquille ; elle occupe plus de la hauteur du dernier tour ; elle est rétrécie et anguleuse du côté postérieur qui est très légèrement canaliculé. Le bord columellaire est

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

droit, légèrement épaissi par une lame calleuse qui peut être assez développée ; dans ce cas la lame est détachée de la base du tour et limite une fissure ombilicale. Généralement la fissure ombilicale est très étroite, très courte, limitée à la partie antérieure du bord columellaire. Le labre est tranchant, un peu sinueux.

Variétés. — Une forme extrême est représentée par l'échantillon figuré pl. XXV, fig. 1-1 *a*. Elle est beaucoup plus allongée que le type. Mais elle est reliée à la forme type par des intermédiaires tels que celui qui est figuré pl. XXV, fig. 5-5 *a*.

Quelques échantillons ont conservé des traces de coloration. Cette coloration est formée soit de lignes plus ou moins fines, plus ou moins serrées, parallèles aux lignes d'accroissement, soit (fig. 4) de lignes plus ou moins larges, légèrement sinueuses et dentelées.

Dimensions :	Holotype (fig. 3).	Var. (fig. 1).
Longueur totale	58 mm.	68 mm.
Hauteur du dernier tour (du côté dorsal)	32 mm.	30 mm.
Largeur du dernier tour (du côté dorsal)	28 mm.	24 mm.
Angle apical	48°	38°.

Observations. — J'ai hésité à créer une espèce nouvelle pour cette forme parce qu'elle ressemble à la *Pseudomelania collisa* P. DE LORIOL du Séquanien décrite et figurée par P. de Loriol [1]. Mais d'après les figures et la description de P. de Loriol, *Ps. collisa*, qui est aussi une *Oonia*, a des tours plans, tandis qu'ils sont légèrement convexes dans l'espèce de Cordebugle. Ce n'est pas non plus *Pseudomelania Calypso* D'ORB., dont Cossmann l'a rapprochée.

Oonia Brasili et ses variétés sont très abondantes dans les sables de Cordebugle. J'ai eu à ma disposition environ 300 échantillons.

Mesospira cf. *Guirandi* P. DE LORIOL

Oonia Guirandi P. DE LORIOL. Faune de Valfin, 1887, p. 145, fig. 5-6.

Je rapproche de l'espèce de de Loriol un échantillon unique de Cordebugle, dont le dernier tour est plus renflé et proportionnellement plus grand que dans la figure citée. La columelle est aussi un peu plus épaisse.

1. Mémoire sur les étages jurassiques de Boulogne-sur-Mer, 1873, p. 82, pl. VII, fig. 30-31.

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

EXPLICATION DES PLANCHES XXIV ET XXV

Planche XXIV

Cloughtonia turbinoides n. sp.

Fig. 1. — *Holotype.*
Fig. 2. — Variété dont les bourrelets sont noduleux.
Fig. 3. — Variété dont les bourrelets sont lisses.
Fig. 4. — Variété allongée.

Cloughtonia abbreviata Roemer.

Fig. 5. — *Néotype.*
Fig. 6. — Variété plus allongée, à tours moins excavés.
Fig. 7. — Variété à bord collumellaire détaché de la base du tour

Planche XXV

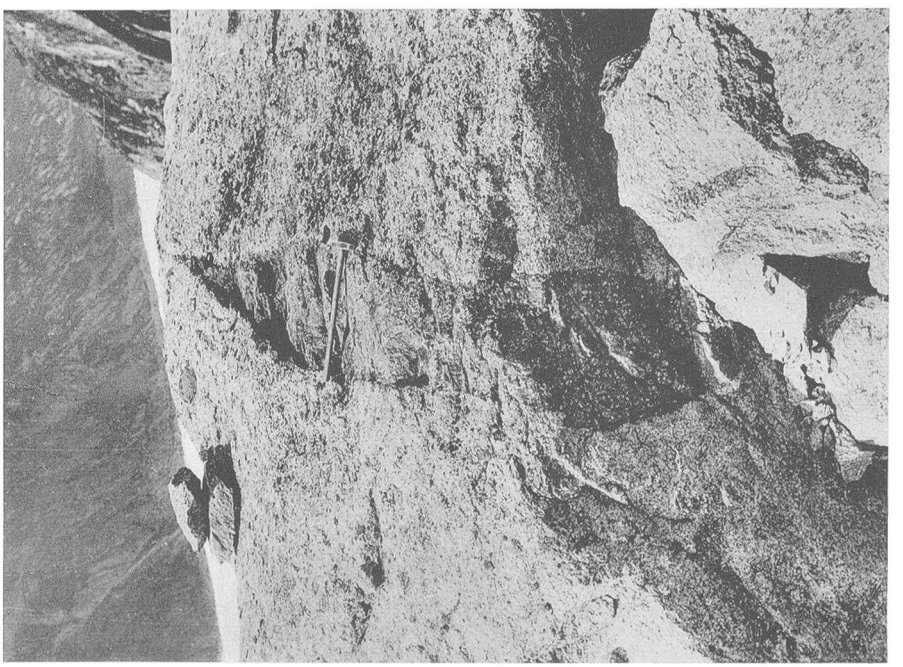
Oonia Brasili n. sp.

Fig. 1. — Variété allongée.
Fig. 2. — Echantiilon de la forme type dont le bord columellaire est légèrement détaché.
Fig. 3. — *Holotype.*
Fig. 4. — Échantillon de la forme type montrant la coloration (accusée artificiellement).
Fig. 5. — Variété dont l'allongement est intermédiaire entre celui de la forme type (fig. 3) et celui de la forme allongée (fig. 1).

Tous les échantillons sont figurés en grandeur naturelle ; ils font partie de la collection du laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Caen.

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

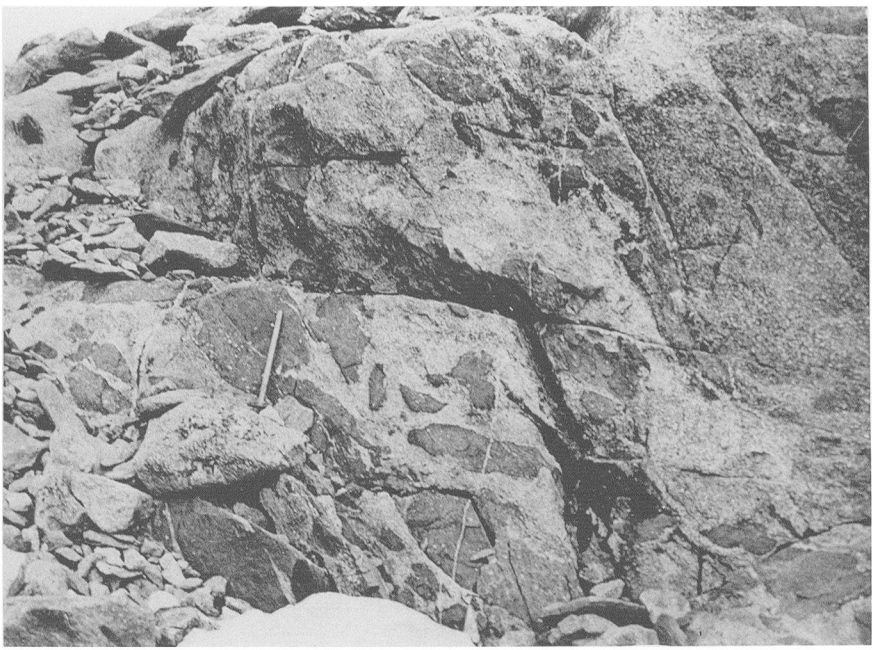
2



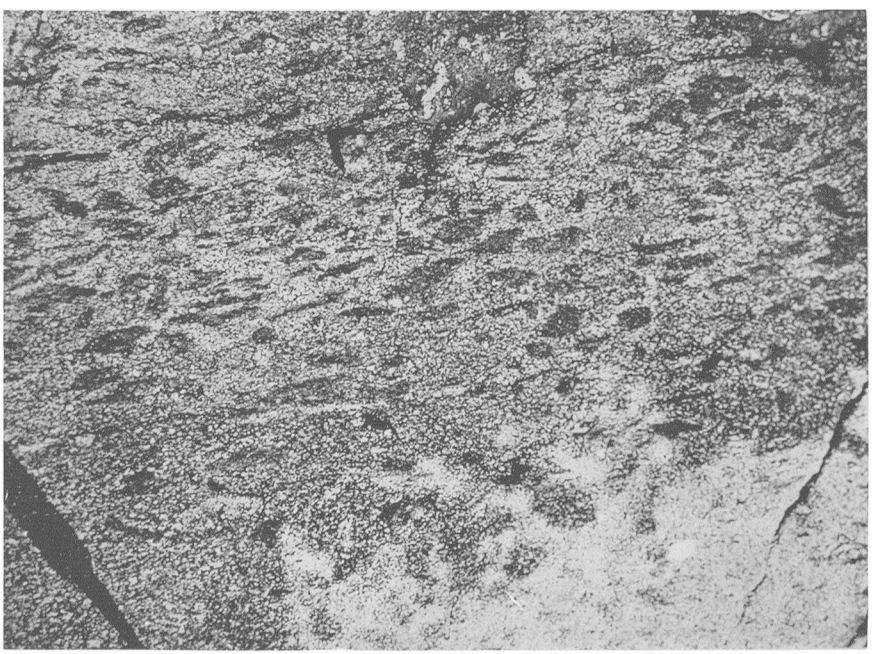
1

Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

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



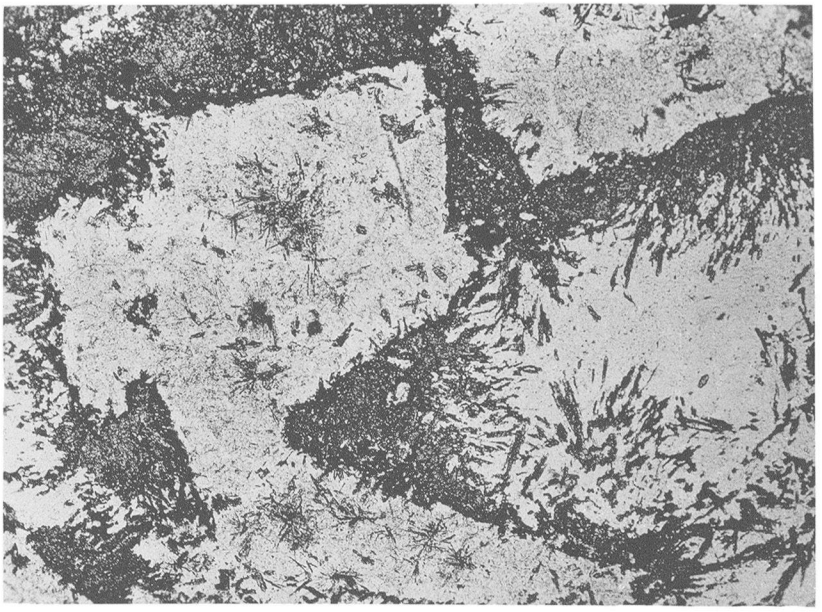
3



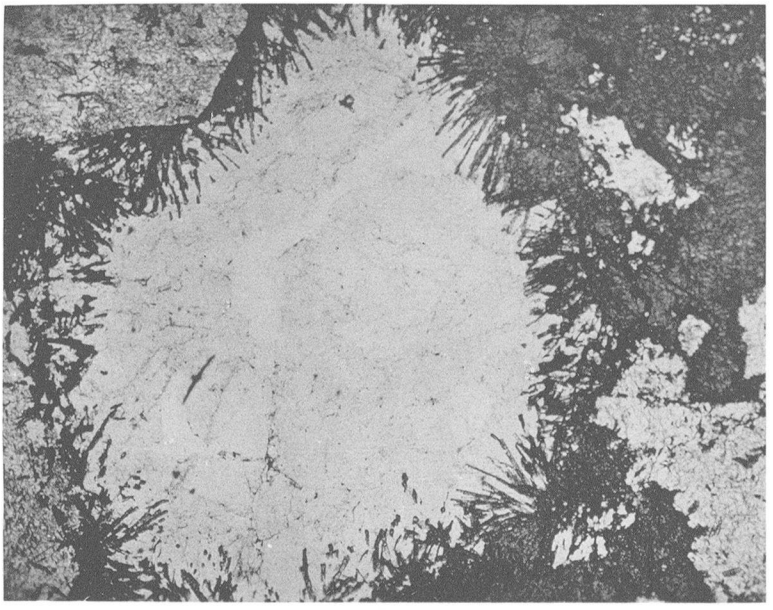
4

Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

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

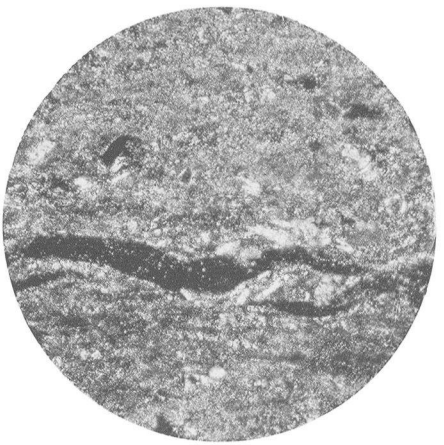


5

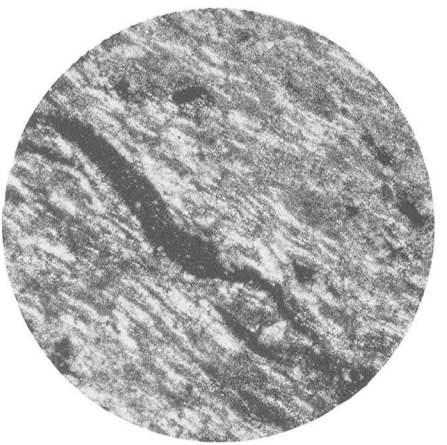


6

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



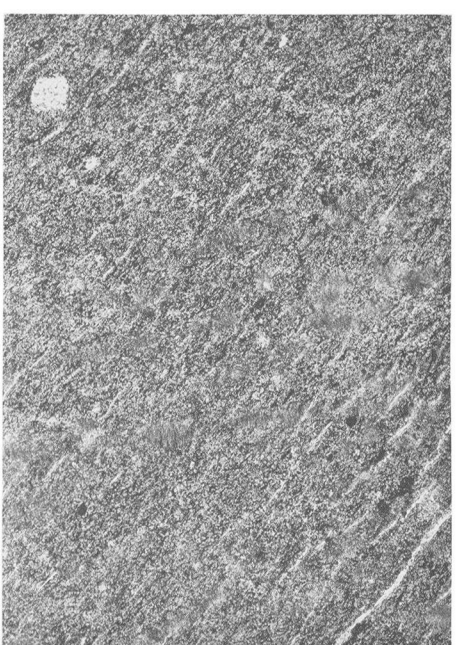
1



2

3

Cl. H. Ragot



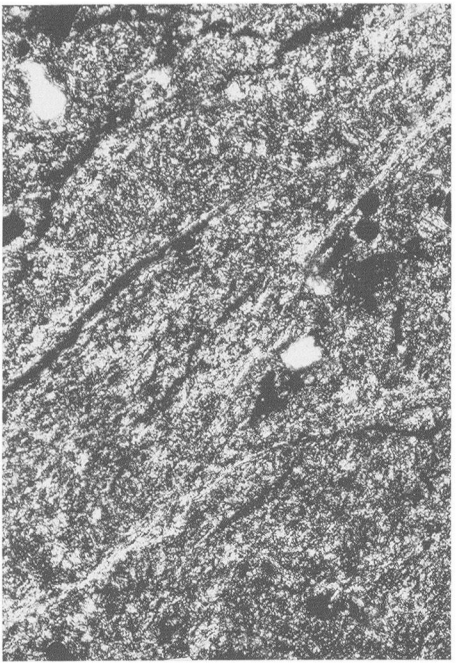
4

Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

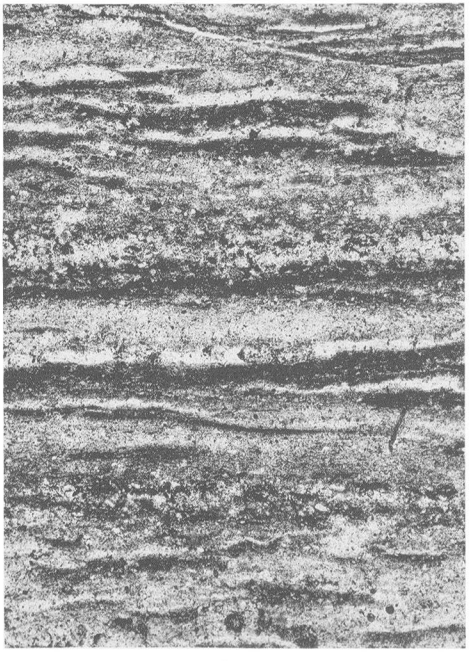
Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Bull. Soc. Géol. de France S. 5 ; t. VII ; pl. XXI

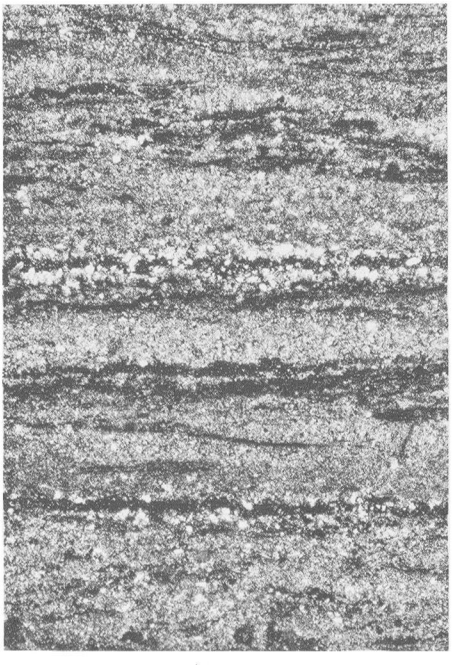
1



2



Cl. H. Ragot 3



4

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

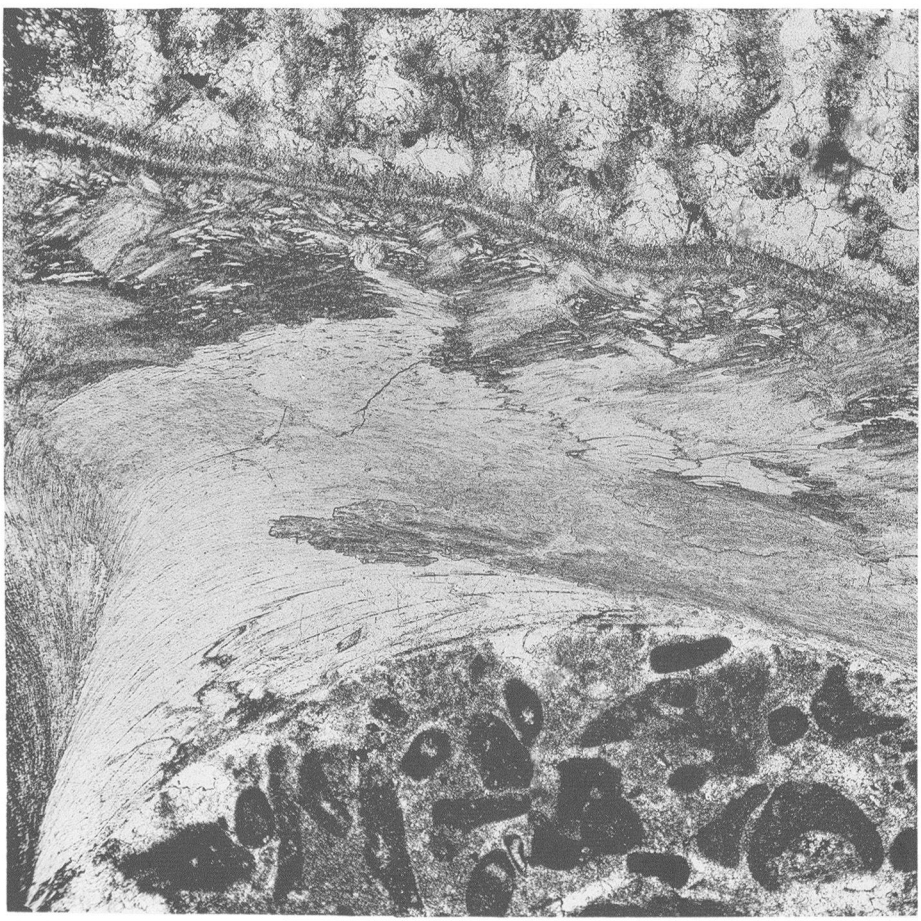
Cl. H. Ragot

Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

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

2

3



Cl. H. Ragot

1

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

1

1a

2

4

3a

3

5

7

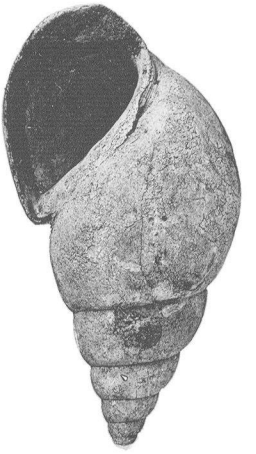
6

6a

Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

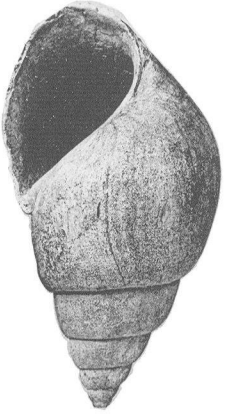
Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

1



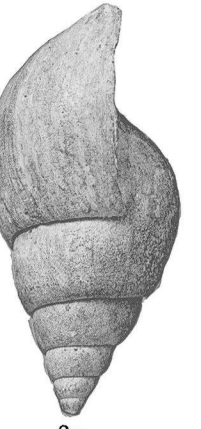
2

1a

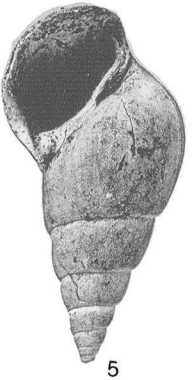


3

4



3a



5

5a

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

RÉUNION EXTRAORDINAIRE

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

EN

TCHÉCOSLOVAQUIE

(Bohême centrale)

du 21 au 29 septembre 1936[1]

INTRODUCTION

Répondant à l'amical appel des géologues tchèques, la Société géologique de France a tenu sa Réunion extraordinaire de 1936 en Bohême du 21 au 29 septembre. Les géologues français conserveront un souvenir particulièrement ému de la réception si cordiale de leurs amis tchèques qui se sont efforcés, en même temps qu'ils montraient les principaux traits géologiques de leur pays, de leur faciliter à l'extrême leur séjour.

Il a semblé qu'une telle Réunion devait laisser une trace spéciale dans les Annales de la Société. C'est pourquoi le Conseil a décidé de consacrer tout un numéro du *Bulletin* à la Tchécoslovaquie. C'est encore au dévouement de nos amis tchèques que nous avons fait appel pour la rédaction de ce Bulletin ; et les membres de la Société seront heureux de posséder ces articles à la fois si nets et si documentés que les plus éminents géologues de Prague ont rédigé spécialement à cette occasion.

Enfin, renouvelant leur effort de 1936, ils ont voulu que tous ces articles soient traduits en français ; on nous permettra de remercier spécialement M^me^ Andrusov qui a assumé la lourde tâche de cette traduction.

Puisse ce Bulletin demeurer comme un symbole de l'amitié qui unit les savants tchèques et français.

Le 29 octobre 1937.

F. Blondel,
Président de la Société géologique.

1. Voir le C. R. des excursions dans le *C. R, som. des séances*, n° 13, p. 217-225, 1936.

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

Deux coupes géologiques a travers les Carpathes occidentales

par **Dimitrij Andrusov.**

Planche A.

Les dix dernières années ont été, dans les Carpathes occidentales, une période de recherches géologiques de grande importance. Maintes coupes détaillées, locales ou à travers des massifs montagneux, ont été publiées par les géologues tchécoslovaques et polonais. La plupart des résultats de ces recherches ont été résumés et appréciés dans le « Guide des excursions de l'Association carpathique » [3] rédigé par A. Matějka et D. Andrusov.

Puisque depuis la réunion de l'Association carpathique nos connaissances sur les Carpathes occidentales se sont considérablement approfondies, il me paraît opportun de dresser des coupes générales à travers les Carpathes occidentales pour tâcher de montrer quelle est la structure de ces montagnes si on l'examine du point de vue de l'ensemble de nos connaissances de détail et de l'allure tectonique des différents complexes qui y prennent part. Les deux coupes ci-jointes (Pl. A) représentent la structure des Carpathes centrales surtout. L'une réunit les trois premières coupes de la planche 2 du « Guide » ; elle passe donc à travers la Petite et la Grande Fatra et la partie occidentale de la Basse Tatra. L'autre est menée à travers la Haute Tatra et la partie moyenne de la Basse Tatra. Les détails de la structure de la pente nord de la H. Tatra ont été empruntés aux coupes classiques de F. Rabowski [8], la structure de la Basse Tatra a été interprétée dans le sens des travaux de R. Kettner [3]. Une coupe de direction oblique a été ajoutée à la coupe H. Tatra-B. Tatra ; elle comprend les montagnes de Prosečno dans la prolongation ouest de la Haute Tatra, la zone des Klippes dans la vallée de l'Orava, et a été continuée jusqu'au bord nord des Carpathes dans les Bezkydes occidentales polonaises. Pour la partie septentrionale, je me suis servi de la coupe de St. Sokolowski donnée dans le livre de J. Nowak [7]. Les recherches détaillées de M. Książkiewicz sont venues compléter considérablement les anciennes données sur cette partie des Carpathes, mais l'auteur n'a pas encore donné de coupe générale nouvelle.

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

Notre coupe d'ensemble, telle qu'elle est représentée sur le tableau fig. 2, est un profil correspondant à celui que j'ai dressé en 1929 et qui fut reproduit dans l'article de R. Kettner dans la « Ceskoslovenská vlastivěda » [4], mais complété et modifié dans le sens des nouvelles recherches.

Plusieurs coupes géologiques à travers les Carpathes occidentales, par lesquelles on cherchait à donner une interprétation générale de la tectonique, ont été publiées antérieurement. Après les tentatives datant du siècle passé, la première fut celle de V. Uhlig de 1900 [10]. Ensuite parut une série de coupes appartenant à M. Lugeon [6], à V. Uhlig [11], à M. Limanowski. Tout récemment, une coupe a été donnée par L. Kober [5] et une aussi par B. Świderski [9]. Les deux dernières coupes (celle de Świderski n'est qu'un schéma) ont été dressées lorsque l'ensemble des faits connus sur les Carpathes occidentales était à peu près le même qu'aujourd'hui ; néanmoins, l'interprétation de la structure des Carpathes occidentales dans la coupe Haute Tatra-Basse Tatra donnée par l'un et l'autre de ces auteurs est peu satisfaisante parce que ce n'est qu'une image purement hypothétique et non une coupe réelle qui a été prise comme point de départ.

Dans les deux coupes dressées par moi, je pars des faits réellement observés. Les interprétations qui complètent ces coupes résultent de la comparaison avec d'autres parties des Carpathes occidentales et traduisent l'état actuel de nos connaissances. J'ai tâché de représenter la continuation des éléments tectoniques en profondeur pour souligner l'allure tectonique variée des différentes zones tectoniques et montrer en même temps l'âge différent des principales phases de plissement dans les zones externes et les zones internes. On voit sur les coupes que les anciennes nappes de charriage de la phase alpine sont celles qui apparaissent comme Klippes dans la zones des *Klippes internes*, autrement dit ce sont les nappes piénine et subpiénine et la nappe haut-tatrique primaire qui est représentée en Klippes dans la zone du Manín de la vallée du Váh et dans la Klippe de Haligovce dans les Piénines (comp. D. Andrusov [1]). Le plissement et le charriage ont dû se produire ici à la limite entre l'Aptien et l'Albien. Les charriages du reste des éléments et des nappes des Carpathes occidentales centrales se sont produits au début et à la fin du Sénonien, et c'est à ce moment qu'ont été édifiés les éléments dits *tatrides* (noyaux cristallins) et les *nappes subtatriques*, au nombre de trois, qui sont, de bas en haut : la nappe de la Krížná (= nappe subtatrique inférieure), la nappe du Choč

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

(= nappe de la Poludnica) et la nappe du Strážov (comp. D. Andrusov [2]). La nappe subtatrique supérieure, ou du Strážov, n'est pas atteinte par les deux coupes données puisqu'elle n'apparaît qu'en Slovaquie occidentale. Les éléments des Tatrides sont compris comme complexe de grands plis passant à des nappes de charriage. Leur allure essentiellement charriée ne découle pas tout à fait nettement de l'examen des coupes sur le terrain mais bien du fait que les séries mésozoïques charriées s'enracinent entre certaines zones tatrides successives. Les rapports entre les nappes subtatriques et les éléments cristallins de la zone dite « des racines » dans les montagnes du Vepor ont été interprétés à la lumière des recherches récentes de Vl. Zoubek (1936), R. Kettner et des miennes ; la zone de Kraklová a été envisagée comme zone cristalline de la nappe de la Krížná exclusivement.

On a insisté sur l'allure essentiellement décollée de certaines nappes des Carpathes occidentales (Al. Matějka-D. Andrusov, Aperçu de la géologie, etc. dans le « Guide » [3]). B. Swiderski [9] a tâché d'élargir considérablement ces conceptions en attribuant une allure essentiellement décollée aux masses de Flysch. Cette conception doit certainement être acceptée tant qu'il s'agit de phénomènes locaux même de grande envergure, mais il n'est pas permis de la généraliser puisque toujours, lorsque les masses flyscheuses apparaissent en même temps que leur soubassement, — comme c'est le cas dans le massif des Carpathes orientales, ou aussi dans les Carpathes occidentales centrales, — le décollement est minimum ou nul.

Les deux coupes montrent qu'il y a des nappes de charriage plates de grande ampleur dans deux régions des Carpathes : dans le domaine des *nappes subtatriques* où celles-ci sont d'âge anteéocène et atteignent une largeur d'environ 50 km. et dans la région des *Bezkydes occidentales* où la largeur des nappes postpaléogènes, est de 20 km. à peu près.

Les coupes montrent également le caractère des effets des différentes phases de plissement alpin. *La superposition des diverses phases de plissement* dans certaines zones est particulièrement intéressante. On doit se représenter la zone des Klippes internes comme un pays de nappes de charriage à série mésozoïque décollée d'âge antealbien et une zone de laminage à lentilles essentiellement dressées d'âge postpaléogène. Dans les Carpathes occidentales centrales, à l'intérieur de la zone des Klippes internes, on a un pays de grandes nappes à séries mésozoïques décollées superposées à de grands plis probablement

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

couchés et passant à des nappes de charriage ; celles-ci ont été replissées à la phase postpaléogène en plis considérables à grand rayon de courbure ayant l'allure de *plis de fond*. On ne connaît aucune zone dans les Carpathes occidentales où existe une seule phase de plissement alpin. Dans la zone du flysch, les mouvements mésocrétacés, tantôt plus forts, tantôt plus faibles, peuvent être suivis partout. Dans les zones internes des Carpathes occidentales, où la prédominance des charriages anteéocènes est bien connue, l'importance des plissements postpaléogènes ne peut pas être négligée.

Il m'est impossible d'analyser toutes les particularités de la structure des Carpathes occidentales telle qu'elle se présente dans mes deux coupes, car cela me ferait sortir des cadres d'une courte notice explicative aux coupes que je me suis proposé de donner ici.

BIBLIOGRAPHIE

1. D. Andrusov. — Notes sur la géologie des Carpathes du NW. V. Considérations sur la tectonique et la paléogéographie des Carpathes du NW. « *Sbornik* » *du Serv. géol. d. l. Rép. tchécosl.* IX, Prague 1930.
2. D. Andrusov. — Les nappes subtatriques des Carpathes occidentales. *Carpatica*, I, Prague 1936.
3. Guide des excursions dans les Carpathes occidentales organisées à l'occasion de la 3e réunion de l'Assoc. pour l'avancement de la géologie des Carpathes, Tchécoslovaquie, 1931. « *Knihovna* » *du Serv. géol. d. l. Rép. tchécosl.*, 13 A, Prague 1931.
4. R. Kettner. — Géologie de la Rép. tchécoslovaque. « Československá vlastivěda », Prague 1929.
5. L. Kober. — Das alpine Europa und sein Rahmen. Ein geologisches Gestaltungsbild. Bornträger 1931.
6. M. Lugeon. — Les nappes de recouvrement de la Tatra et l'origine des Klippes des Carpathes. *Bull. Soc. vaud. d. sc. nat.*, XXXIX, Lausanne 1903.
7. J. Nowak. — Zarys tektoniki Polski. Kraków 1927.
8. F. Rabowski. — Quatre coupes géologiques entre les vallées de Kościeliska et de Kondratowa dans la Tatra. *Bull. Serv. géol. Pologne*, 6, livr. 4, Varsovie 1931.
9. B. Swiderski. — Sur l'arc des Carpathes occidentales. *Ecl. geol. Helv.*, XXXVI, 1932.
10. V. Uhlig. — Bau und Bild der Karpathen. Leipzig-Wien 1903.
11. — Über die Tektonik der Karpathen. *Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien*, CXVI, 1907.
12. V. Zoubek. — La tectonique de la vallée supérieure du Hron et sa relation avec la distribution des sources minérales. « *Věstnik* » *du Serv. géol. de la Rép. tchécosl.*, XI, 5, Prague 1935.

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

EXPLICATION DE LA PLANCHE A.

FIG. 1. — Coupe à travers les Carpathes occidentales passant par la Petite Fatra, la Grande Fatra, la Basse Tatra et le Vepor.

FIG. 2. — Coupe à travers les Carpathes occidentales passant par les Bezkydes occidentales, les montagnes de Prosečno, la Haute Tatra, la Basse Tatra et le Vepor.

Légende: 1. — Cristallin; dans les nappes piénines — cristallin et Paléozoïque; dans la zone de Magura et dans la zone autochtone — formations antérieures au Crétacé supérieur; 2. — Permien de la zone de L'ubietová; 3. — Mésozoïque de la nappe du Choč (= nappe de la Pol'udnica); 4. — Mésozoïque de la nappe de la Križná (= nappe subtatrique inférieure); 5. — Mésozoïque tatride en général; 6. — Mésozoïque de la nappe de la Červená Magura; 7. — Mésozoïque de la nappe du Šipruň; 8. — Mésozoïque de la nappe piénine; 9. — Mésozoïque de la nappe subpiénine; 10. — Crétacé inférieur et Jurassique des nappes des Bezkydes occidentales; 11. — Crétacé moyen; 12. — Crétacé supérieur; 13. — Paléogène.

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

Stratigraphie et parallélisme de l'Ordovicien supérieur de la Bohême

par **Bedřich Bouček** [1].

Planches B et C et 1 Tableau.

Tandis que les assises de l'Ordovicien inférieur de la Bohême ont été, durant les 25 dernières années, l'objet de recherches stratigraphiques, paléontologiques et pétrographiques approfondies (travaux de Klouček, Kettner, Slavík, Holub), les zones supérieures de l'Ordovicien de la Bohême n'ont que peu attiré l'attention des géologues ; jusqu'à ces derniers temps nous ne connaissions que ce qui était déjà connu à Barrande, Krejčí et à d'autres savants du siècle passé.

En 1919, la stratigraphie des *couches de Zahořany* a été révisée par Šusta [2] qui subdivisa le complexe en question en deux parties : le terme inférieur — couches de *Chrustenice*, et le terme supérieur — couches de *Nučice*. Šusta trancha aussi définitivement — et négativement — la question de la zone « d_3 ». La stratigraphie de Šusta fut acceptée par Kettner et Kodym (1917) [3] et utilisée aussi pour les levés de carte. Dans leur étude sur la stratigraphie du Barrandien, ces deux auteurs introduisirent aussi une désignation plus commode des différentes couches du Barrandien en remplaçant les chiffres par des lettres de l'alphabet grec (ainsi par ex. les assises de Drabov étaient désignées autrefois « d_2 », actuellement $d\delta$). Les minerais de fer ordoviciens et leur genèse ont fait l'objet de la brillante étude de L. et F. Slavík [4]. Les autres géologues qui s'étaient occupés des assises inférieures de l'Ordovicien — il faut citer Počta, Jahn, Woldřich, Hynie, Matějka — ne l'ont fait qu'occasionnellement au cours de leurs explorations et levés de cartes géologiques. L'étude

1. Traduit du tchèque par Mme Valentine Andrusov.

2. Šusta V. Příspěvek ku stratigrafii pásma zahořanského Dd (3-4). Contribution à la stratigraphie de la bande de Zahořany Dd (3-4) ; Časopis Národního musea 1919. Praha.

3. Kettner R. et O. Kodym. Nová stratigrafie Barrandienu (Nouvelle stratigraphie du Barrandien). Čas. Národ. musea 1918.

4. L. et F. Slavíkovi. Studie o železných rudách českého spodního siluru. (Étude des minerais de fer de l'Ordovicien inférieur de la Bohême). Rozpravy II. tř. České Akademie 1917-1918.

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

détaillée des couches en question a été entreprise par moi à peu près vers 1924. Outre plusieurs courtes communications, je fis paraître en 1928 un mémoire plus détaillé[1] consacré uniquement à la biostratigraphie des couches de Zahořany – $d\varepsilon$.

Mes recherches ultérieures confirmèrent la subdivision stratigraphique que j'avais établie et contribuèrent à l'étude détaillée des zones supérieures de l'Ordovicien. Dans cette note, je veux donc donner un aperçu de la stratigraphie de l'Ordovicien supérieur telle qu'elle se présente aujourd'hui, retracer brièvement les conditions faunistiques, le développement des faciès et faire, en me basant sur la faune graptolitique, la comparaison avec les autres régions classiques de l'Etranger.

Je rapporte aux couches de l'Ordovicien supérieur de la Bohême les zones plus jeunes que les assises d'Osek et de Kváň ($d\gamma$) : les couches de *Drabov* ($d\delta_1$), de *Chrustenice* ($d\delta_2$), de *Loděnice* ($d\varepsilon_1$), de *Bohdalec* ($d\varepsilon_2$), de *Králův Dvůr* ($d\zeta_1$) et de *Kosov* ($d\zeta_2$).

Couches de Drabov – $d\delta_1$.

Les couches de Drabov (désignées ainsi d'après la maison forestière de Drabov qui se trouve au sommet du Děd près de Beroun) ou $d\delta_1$ (autrefois « d_2 ») représentent le complexe le plus remarquable de l'Ordovicien de la Bohême. Elles sont formées surtout de grès siliceux et de quartzites durs, blancs ou gris clair, qui montrent une *résistance considérable* vis-à-vis des agents *atmosphériques* et constituent partout, dans la morphologie du pays, des crêtes tranchantes (Žižkov à Prague, Hřebeny près de Dobrichovice et de Řevnice, Děd près de Beroun, Čilina près de Rokycany, etc.).

Comme on l'a déjà dit, les couches de Drabov sont formées pour la plupart de sédiments siliceux durs de couleur claire se présentant en bancs d'épaisseur moyenne (10-30 cm.) ou assez grande (100-200 cm.) ; plus rarement on observe des schistes argileux fins, généralement noirs, formant des intercalations plus faibles entre les quartzites. Ces schistes apparaissent plus fréquemment près des zones schisteuses du toit et du mur. Ce passage est quelquefois brusque et n'est marqué que par un ou deux bancs de quartzites entre le complexe schisteux. Les schistes argileux de St. Dobrotivá, fins et noirs, qui constituent le soubas-

1. B. Bouček. O vrstvách zahořanských dε českého ordoviku. (Sur les couches de Zahořany dε l'Ordovicien inférieur de la Bohême). Rozpr. Čes. akad. 1928. (*Bull. intern. de l'Acad. des Sc. de Boh.*, II. cl.)

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

sement des couches de Drabov, appartiennent au faciès de mer plus profonde, tandis que les quartzites de Drabov correspondent à une forte diminution de la profondeur de la mer et représentent le faciès des sables littoraux (plages). Comme tels, les quartzites de Drabov offrent souvent à la surface des couches des ripple-marks, des traces d'écoulement de la vase et du sable, des empreintes d'animaux rampants et forants, etc. Un phénomène tout à fait typique est la présence de tubes perpendiculaires connus dans la littérature tchèque sous le nom de *Scolithus linearis*. Les quartzites à *Scolithus* sont probablement représentés dans tous les gisements de couches de Drabov quoique ces tubes ne s'observent pas dans tous les bancs de quartzite. J'ai étudié soigneusement ces « scolites » et j'ai fait la comparaison avec des formations semblables connues à d'autres endroits, ainsi qu'avec des scolites typiques du Cambrien. Cette étude a montré[1] que nos soi-disant scolites ne sont certainement pas identiques au vrai *Scolithus linearis* Hald. du Cambrien ; par contre, ils rappellent les tubes drus qui sont connus dans l'Ordovicien portugais et français sous le nom de *Tigillites*. L'espèce *Tigillites dufrenoyi* Rou. en particulier est très apparentée, sinon tout à fait identique à nos scolites. Dans les « Problematica silurica », Frič[2] a décrit ces tubes comme *Scolithus linearis* et *Tigillites vertebralis*. Il a noté une sculpture annulaire bien prononcée chez les derniers et son absence chez les premiers. Toutefois, j'ai pu constater, en me basant sur un matériel très abondant et différemment conservé, qu'il ne s'agit que d'un état de conservation différent, que, primitivement, tous nos « scolites » possédaient ces ornements. Les « scolites » de la Bohême doivent donc être désignés comme *Tigillites verterbralis* Frič. Leurs tubes ne sont pas toujours parfaitement perpendiculaires comme ceux de *Scolithus linearis*, souvent on les voit s'entrecroiser ou même se ramifier en bas. Cela démontre que les tubes en question résultent de l'activité de quelques organismes marins, probablement des Annélides qui foraient et creusaient, tandis que les tubes de vrais scolites parfaitement parallèles les uns aux autres, exactement perpendiculaires à la surface des couches et fort drus, ont dû se former, selon Richter[3], par agglutination des grains

1. Bouček B. O « scolitech » a jiných stopách činnosti zivočichů z vrstevních ploch českého ordoviku. (Sur les scolites et les autres phénomènes résultant de l'activité des animaux que l'on observe à la surface des couches de l'Ordovicien de la Bohême.) *Věda přírodní*, t. 17, 1936.

2. Frič A. Problematica silurica : *Paleontographica Bohemiae*, 1908.

3. Richter, Rud. *Senckenbergiana* 11. 6, pp. 215-235, 1920.

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

de sable et de la vase autour des vers isolés ; leur accroissement se faisait dans le sens vertical (ce cas est représenté actuellement par les « Sandriffe » du ver *Sabellaria alveolata* Lin.).

Sauf ces traces, aucun *fossile* n'a été trouvé dans la partie est de l'aile nord et dans toute l'aile sud du Barrandien. Ce caractère monotone est un peu rompu dans la partie ouest de l'aile nord du bassin où, à côté des quartzites à scolites, apparaissent, dans les niveaux supérieurs des bancs de grès plus tendres avec restes abondants de faune. Les gisements les plus connus de ces couches sont le sommet du Děd (Drabov) près de Beroun, Veselá près Beroun et Čilina près Rokycany. Les fossiles sont représentés surtout par des fragments de trilobites. Les autres fossiles se rencontrent aussi le plus souvent en fragments, ce qui prouve que les coquilles vides étaient apportées d'assez loin. Les grès siliceux fossilifères sont souvent accompagnés de très faibles horizons de conglomérats formés surtout de galets plats argileux ou schisteux (lorsque ces roches sont altérées, elles ont un aspect vacuolaire).

La *faune* comprend généralement les espèces que voici : *Dalmanites socialis* Barr. (très fréquent), *Calymene parvula* Barr., *Pharostoma pulchra* (Barr.), *Homalonotus bohemicus* Barr., *Asaphus ingens* Barr., *Acidaspis buchi* Barr., *A. primordialis* Barr., *Cheirurus claviger* Barr., *Trinucleus ornatus* (Sternb.) (très fréquent), *Illaenus panderi* Barr., *Conularia anomala* Barr. (fréquent), *C. pyramidata* Hoen., *C. consobrina* Barr., *Grammysia catilloides* Barr., *Modiolopsis draboviensis* Barr., *Discina grandis* Barr., *Orthis draboviensis* Barr., *Orthis redux* Barr. (fréquent), *Ascocystis draboviensis* Barr. et autres.

Cette faune présente certaines affinités avec la faune des couches de Dobrotiva (d_{γ_2}) ; sa parenté avec la faune des *couches* de *Chrustenice* ($d\delta_2$) est encore plus grande. La faune des couches de Loděnice et de Bohdalec se distingue au contraire bien plus de celle des couches de Chrustenice et de Drabov ; puisque les couches de Chrustěnice ressemblent beaucoup par leur caractère pétrographique aux couches de Drabov, j'ai réuni ces deux complexes (voir ma note déjà citée) et j'ai désigné l'ensemble de l'ancien nom de Krejčí : **couches de Brdy.**

L'activité volcanique ne s'est probablement pas manifestée à ce temps. Le gisement de tufs diabasiques dans la vallée de Kačák près de Nenačovice, que Woldřich[1] place dans les assises

1. Woldřich. Geologické poměry v úvodí Kačáku atd. (La géologie du bassin du Kačák, etc.). *Rozpravy* II. tř. *České. Akad.*, t. XXV, 1916.

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

$d\delta_1$, appartiendrait plutôt, à ce qu'il paraît, aux couches de Komárov ($d\beta$).

La puissance du complexe est de 100 m. en moyenne, tout au plus de 150 m., mais à certains endroits elle atteint à peine 50 m. (près de Prague, près de Lodenice et ailleurs).

Couches de Chrustenice - $d\delta_2$.

Le terme supérieur de la zone des Brdy ($d\delta$), les couches de Chrustenice (le nom est emprunté au village Chrustenice près de Loděnice), est un complexe d'environ 400 m. de puissance ayant surtout le *caractère Flysch*. Au point de vue paléogéographique, les couches de Chrustenice correspondent à un milieu *agité* d'une mer dont le fond s'était légèrement abaissé, mais qui restait encore peu profonde. Les couches en question sont caractérisées surtout par l'alternance rapide de faibles couches schisteuses avec des bancs de grès grisâtres de différente épaisseur. Ce complexe se développe au-dessus des quartzites de Drabov de la façon suivante : les quartzites clairs deviennent de plus en plus rares, tandis que les schistes argileux noirs, à mica, acquièrent la prédominance ; ces schistes, puissants de 30-50 m., constituent presque partout *le niveau de base* des couches de Chrustenice.

Après ce court épisode (approfondissement temporaire de la mer) s'installe pour longtemps un faciès typique caractérisé par l'alternance de couches. Dans la morphologie du pays, ce niveau schisteux se présente comme une douce dépression entre deux crêtes. Les géologues d'autrefois, pour lesquels existait encore la soi-disant zone « d_3 », supposaient que son équivalent dans les environs de Prague est représenté justement par ces schistes de base.

La *masse principale* des couches de Chrustenice est constituée par des bancs de *quartzites gris foncé alternant* rapidement avec des délits de *schistes micacés argileux* ou *grauwackeux*. Le caractère flyscheux de ces sédiments se manifeste non seulement par l'allure pétrographique, mais aussi par l'absence presque complète de fossiles et la fréquence de différents *phénomènes flysch* : les surfaces des couches de quartzite, surtout les surfaces inférieures, laissent observer des ripple-marks, des traces de vers rampants et probablement aussi de Crustacés et de Gastéropodes, des moulages de trous dits *Bythotrepis*, etc.

Les *fossiles* sont représentés par un petit nombre de formes, parmi lesquelles il faut citer en particulier *Dalmanites socialis*

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

BARR. (exemplaires entiers provenant de Letná, Zahořany, Krahulov), *D. angelini* BARR., *Asaphus ingens* BARR., *Trinucleus ornatus* (STERNB.) et d'autres. Les fossiles en question se rencontrent de façon plus ou moins sporadique. Ce n'est que près de Zahořany qu'à la base du complexe apparaît une couche de grès micacés brun clair et de schistes gréseux à *Dendrocystis sedgwicki* BARR. très abondant et une espèce de Gastéropode (?), *Ptychopeltis incola* (BARR.), plus rare. JAHN et BARRANDE plaçaient encore ce niveau dans « d_2 ».

Dans la partie sud du Barrandien, dans la région de Hostomice et de Lohovice, les couches de Chrustenice sont développées presque en entier comme schistes argilo-micacés noirs et gris (*faciès de Hostomice*).

Dans la région de Beroun et de Loděnice, le sommet des couches de Chrustenice est représenté par un horizon de grès argilo-micacés gris brun, sans intercalations schisteuses, dont l'épaisseur atteint à peine quelques mètres. Cet horizon contient une riche faune, à savoir : *Dalmanites socialis* BARR., *D. hawlei* BARR., *Pharostoma pulchrum* (BARR.), *Calymene bifida* BARR., *Placoparia grandis* BARR., *Cheirurus tumescens* BARR., *Trinucleus ornatus* (STERNB.), *Illaenus panderi* BARR., *Beyrichia hastata* BARR., *Platyostoma ferrigenum* PER., *Carinariopsis roemeri* (BARR.), *Temnodiscus bicarinatus* PER., *T. incertus* (BARR.), *Ptychopeltis incola* (BARR.), *Conularia grandissima* BARR., *Strophomena aquila* BARR., *Orthis redux* BARR., *Orthisina cava* BARR., différents Cystoïdés comme *Rhombifera bohemica* BARR., *Mitrocystis*, *Mimocystis* et autres.

On voit qu'à côté de quelques espèces particulières (*Calymene bifida*, *Placoparia grandis*, *Carinariopsis roemeri*, *Orthisina cava*, etc.), ce niveau renferme d'une part des formes caractéristiques d'assises supérieures de la zone de Drabov (comme *Dalmanites socialis*, *Acidaspis primordialis*, *Orthis redux*), et d'autre part des formes caractéristiques des assises supérieures de Zahořany (*Cheirurus tumescens*, *Strophomena aquila*, *Platyostoma ferrigenum*). Par son caractère général, cette faune est incontestablement plus proche de la faune des *couches de Drabov* que de celle des couches de Zahořany. Je réunis donc les couches de Chrustenice et les couches de Drabov en une seule bande que je nomme *bande des Brdy*, parce qu'elle prend une part considérable à la constitution de ces montagnes importantes de la Bohême centrale. La puissance considérable du complexe doit être attribuée plutôt au dépôt rapide des sédiments flyscheux qu'à une durée plus longue de la sédimentation (comparée par

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

ex. à celle des couches de Drabov). La puissance moyenne est d'environ 400-500 m. ; dans la région de Beroun elle a 100 à 200 m. de moins.

La stratigraphie et la position des couches de Chrustenice, telles que je les conçois, ne correspondent pas à la classification généralement acceptée autrefois qu'avait établie Šusta ; ce dernier réunissait les dites couches avec les assises de Zahořany et en faisait la subdivision inférieure.

Couches de Loděnice – $d\varepsilon_1$.

Au point de vue lithologique et paléogéographique, les couches de Loděnice (désignées ainsi d'après le village Loděnice au SE de Beroun) correspondent à un approfondissement de la mer et à l'installation d'une sédimentation plus constante ; elles contiennent une *faune* abondante et très variée. Les roches qui constituent les couches de Loděnice sont représentées surtout par des *schistes*, tantôt noirs et argileux, tantôt plus grossiers, gréseux et micacés, de couleur grise ou brune. On voit apparaître aussi de façon subordonnée des assises de grès siliceux gris, de grès calcaires (grauwackes des géologues français), d'hématite oolithique et de tufs diabasiques.

La puissance des couches de Loděnice atteint 300-350 m. dans l'aile sud du Barrandien, 250-300 m. dans l'aile nord.

Presque toutes les assises sont *extrêmement riches en fossiles*, et contrastent en cela avec le complexe précédent de Chrustenice. Une série de localités paléontologiques classiques de Barrande — citons Zahořany, Praskolesy, Loděnice, Libeň, Šterboholy — se trouvent dans ces couches. Quoique les fossiles soient abondants et se trouvent partout, il est difficile de subdiviser les couches de Loděnice en plusieurs zones faunistiques car la plupart des espèces se rencontrent dans toutes les assises. Je n'ai pu distinguer que deux termes, et cela surtout d'après le faciès et la composition pétrographique ; le terme inférieur est composé essentiellement de schistes noirs, argileux et micacés (*couches de Trubín*), le terme supérieur de schistes gréso-micacés (Grauwackschiefer des auteurs allemands) bruns ou gris (*couches de Zahořany* s. str.).

Les schistes noirs de Trubín qui constituent les assises basales atteignent 100-150 m. de puissance et existent dans tout le Barrandien. Ils sont bien mis à nu dans la région de Beroun ; comme ils apparaissent au-dessus du complexe des quartzites de

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

Chrustenice, les géologues d'autrefois les considéraient comme terme « d_3 » de Barrande, les couches de Chrustenice de cette région étant rapportées encore à d_2 (couches de Drabov). Altérées, les couches de Trubín conservent leur couleur noire primitive, et c'est pour cela que leurs affleurements sont visibles de loin. A la différence des schistes de Dobrotivá et de Bohdalec, les couches de Trubín ne contiennent jamais de petites concrétions gréso-argileuses. Par endroits on y observe des concrétions lenticulaires de dimension plus grande formées de grès calcaires dont la couleur bleu gris devient brune par altération. La faune est très abondante. Les fossiles sont conservés pour la plupart comme moules noirs ou empreintes à sculptures. Les gisements les plus riches sont : Trubín (d'où le nom de ces assises) et Vinice près de Beroun, Kněží Hora près de Loděnice, Krahulov et autres.

L'association typique des fossiles que l'on observe ordinairement est : *Trinucleus ornatus* (Sternb.) (fréquent, se rencontre même en exemplaires entiers), *Cyclopyge rediviva* (Barr.), *Cheirurus scuticauda* Barr., *Dalmanites socialis proaeva* Barr., *Beyrichia bohemica* Barr. (fréquent), *Plumulites fraternus* Barr., *Grammysia catilloides* Barr., *Synek antiquus* Barr., *Leda incola* Barr., *Hyolithus undulatus* Barr., *Lingula simplex* Barr., *Paterula bohemica* Barr., *Strophomena aquila* Barr.

Entre Zdice et Jinočany près de Prague on observe à la base de ces schistes un niveau de minerais de fer oolitiques (hématite et chamosite oolitiques) de puissance variable (de quelques cm. jusqu'à plus de 20 m.) ; ce niveau disparaît plusieurs fois. Ce gisement a été étudié très soigneusement par Vála et Helmhacker [1], par Lipold [2], et plus récemment par F. et L. Slavík [3]. Un fait remarquable, qui permet d'expliquer la genèse du gisement, est la présence dans ces assises de *tufs diabasiques bréchoïdes*. Les minerais de fer oolitiques de la bande de Komárov sont également accompagnés par les diabases effusives. On peut, par conséquent, supposer que la formation des oolites et l'apport considérable du fer se trouvaient en relation avec l'activité volca-

1. Helmhacker R. Die geognostischen Verhältnisse und der Eisensteinbergbau in der Silurformation zwischen Prag und Beraun. *Abhandl. d. böhm. Ges. d. Wissensch.*, III, 1-1871.

Vála J. et R. Helmhacker. Rudy železné v krajině mezi Prahou a Berounkou. (Les minerais de fer de la région s'étendant entre Prague et la Berounka). *Archiv pro přír. výzkum Čech*, 11, 1874.

2. M. V. Lipold. Die Eisensteinlager der silurischen Grauwackenformation in Böhmen. *Jahrb. d. geol. Reichsanst.*, XIII. 1863.

3. *L. c.* 4, p. 7.

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

nique qui donna naissance aux diabases. Le caractère de la faune est assez indépendant, ce qui peut être expliqué par les conditions biologiques spéciales qui existaient alors. Par certaines espèces (Gastéropodes, Cystidés), la faune du gîte métallifère est apparentée à celles des couches de Chrustenice, d'autres la rapprochent de la faune des couches de Loděnice (par ex. la présence du trilobite *Dalmanites socialis proaeva*). La faune est assez riche [1] (à peu près 70 espèces). On rencontre le plus fréquemment des *Cystidés*, des *Gastéropodes* et des *Trilobites*. Les espèces caractéristiques sont représentées surtout par : *Illaenus goetzi* PER. (M. S.), *Platyostoma ferrigenum* PER., *Polytropis pectinata* BARR., *Temnodiscus ferrigena* PER., *Homocystis alter* BARR., *Mespilocystis bohemicus* BARR., *Orocystis helmhaekeri* BARR., *Deutocystis modestus* BARR., *D. modestissimus* BARR., *Orthograptus* cf. *truncatus* (LAPW.), etc.

La partie supérieure des couches de Loděnice est formée par des *schistes gréseux* et finement micacés *à grain assez grossier*, leur couleur est généralement grise ou brune. Comme dans le complexe précédent, on observe au milieu de ces assises des niveaux subordonnés contenant des *bancs de quartzite*. Morphologiquement, ces assises se présentent comme des collines ou des petites crêtes s'élevant au milieu de la dépression formée par les couches de Loděnice et la partie supérieure des couches de Bohdalec et de Králův Dvůr (on l'observe par ex. près de Libeň, Loděnice, Beroun et ailleurs). Les surfaces des couches de ces quartzites présentent de nouveau de nombreuses inégalités caractéristiques du flysch, surtout différentes pistes entrelacées et sinueuses de vers (?) ; en même temps on trouve toujours au moins quelques fossiles.

Outre les intercalations de quartzites, on observe parfois des intercalations de grès calcaires contenant fréquemment de nombreux fossiles, surtout des Bryozoaires (*Monotrypa*) ; dans les niveaux tout à fait supérieurs, on rencontre aussi des *nodules calcaires* plus petits avec des restes de fossiles accumulés en grandes masses et très bien conservés. Des fossiles d'un bon état de conservation ont été trouvés dans ces nodules surtout près de Libeň (tranchée du chemin de fer près de Balabenka), Loděnice et Štěrboholy. Les fossiles les plus fréquents ici sont : *Dalmanites socialis proaeva* BARR. et *solitaria* BARR., *Asaphus nobilis* BARR., *Acidaspis buchi* BARR., *Trinucleus ornatus* (STERNB.), *Illaenus salteri* BARR. (caractéristique de $d\varepsilon_1$), *I. panderi* BARR., *Caly-*

1. B. BOUČEK. Chrustenice. *Čas. Nár. musea*, 1926, 1 2.

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

mene incerta Barr., *Ribeiria apusoides* Schub. et Waag., *Orthoceras bisignatum* Barr., *Sinuitopsis neglecta* Barr., *Carinariopsis bohemica* Per., *Trochonema excavatum* Barr., *Pleurotomaria* (?) *viator* Barr., *Staurospira vermiculosa* (Barr.), *Hyolithus solitarius* Barr., *H. striatulus* Barr., *H. elegans* Barr., (caractéristique de $d\varepsilon_1$), *Conularia fecunda* Barr., *C. grandissima* Barr., *C. exquisita* Barr., *Leda bohemica* Barr., *Nucula faba* Barr., *N. amica* Barr., *N. ponderata* Barr., *Lingula davidsoni* Barr., *Rhynchonella ambigena* Barr., *Orthis ellipsoides* Barr., *O. notata* Barr., *Strophomena aquila* Barr., *S. pseudoloricata* Barr., *Aristocystis bohemicus* Barr., *Codiacystis bohemica* (Barr.), *Climacograptus* ? *tectus* Barr., *Cl. tubuliferus* Lapw., *Diplograptus* (*Glyptograptus*) *trubinensis* Per. et autres.

Couches de Bohdalec [1] – $d\varepsilon_2$.

L'approfondissement de la mer qui s'est produit après le dépôt des couches de Loděnice a été caractérisé par la sédimentation des schistes argileux fins de couleur noire ressemblant aux couches de Trubín, mais contenant une grande quantité de petits nodules gréso-argileux. Des assises de grès siliceux et de calcaires organiques très impurs, se rencontrent dans les schistes de façon subordonnée et ont plutôt l'allure d'intercalations. Le changement de faciès est assez brusque, ce qui permet de bien distinguer les couches de Bohdalec des couches de Loděnice inférieures formées de matériel plus grossier. Les couches de Bohdalec diffèrent des couches plus jeunes de Králův Dvur par la *coloration* et la *faune* : les premières sont pour la plupart d'un beau noir, les dernières d'un jaune vert, formées de matériel plus fins et presque sans écailles de mica. Cela n'empêcha point la plupart des géologues d'autrefois de rattacher les couches de Bohdalec aux couches de Králův Dvůr. Plus récemment Kodym [2] les a marquées comme telles sur sa carte géologique. En 1906, Želízko [3] supposa que les couches de Bohdalec, par ex. celles qui affleurent à la localité typique de V. Chuchle, appartiennent encore aux couches $d\varepsilon$ (= d_4). Il appuyait son point de vue en

1. Nom donné d'après la colline Bohdalec près de Prague.

2. O. Kodym. Stratigraf. příspěvky z jihozáp. cípu listu Praha. Contribution à la stratigraphie du coin sud-ouest de la feuille de Prague. *Rozpr.* II. tř. *Čes. Akad.*, 1921.

3. J. V. Želizko. Spodní silur v okolí Radotína a Velké Chuchle. Le Silurien inférieur des environs de Radotín et de Velká Chuchle. *Věst. král. čes. spol. nauk*, 1906.

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

Division internationale — Formation	Division internationale — Zone	Désignation de — Barrande	Désignation de — Ketner-Kodym	Assises	Couches	Caractère lithologique et variations de facies.	Principaux fossiles.	Graptolites	Facies et variations de la profondeur des eaux	Volcanisme	Puissance
		?	$d\zeta_2$-$e\alpha$	$e\alpha_1$?	de Liteň ?	Schistes et argiles schisteuses tendres claires (sans faune).	0	0			environ 10-15 m.
Valentinian	16 *Akidograptus acuminatus*			$d\zeta$	$d\zeta_2$ de **Kosov**	Quartzites et grès siliceux gris alternant avec des schistes argileux gris ou verdâtres. Conglomérats incohérents bruns à petits éléments.	0	0	(Formations littorales à facies flysch) Transgression	Intrusions des diabases (pour la plupart d'âge silurien)	100-200 m. ..... 3-5 m.
Ashgillian	15 *Dicellograptus anceps* 14 *Dicellograptus complanatus*		$d\zeta_1$	de **Nučice**	$d\zeta_1$ de **Králův Dvůr**	Schistes argileux tendres, feuilletés, de couleur verte, gris vert ou gris jaune. Région de Beroun et de Zdice : Schistes gris, moins fins. ..... Schistes verts ou gris-jaunâtres à *Dicellograptus anceps*. ..... Schistes gris ou gris foncés à *Calymene declinata*.	*Dalmanites socialis grandis, D. morrisiana, Calymene blumenbachi ?, Strophom. tristis*, etc. ..... *Caphyra radians, Calymene declinata* (très fréquente à la base de $d\zeta_1$), *Cryptolithus bucklandi, Ampyx portlocki, Carmon mutilus, Illaenus zeidleri, Orthis macrostoma, O. testudinaria, Chonetes radiatulus, Strophomena nuntia, Lingula lefskoviensis*, etc.	0 ..... *Dicellograptus anceps* Nich. *Climacograptus scalaris* var. *miserabilis* Elles-Wood. *Orthograptus calcaratus* Lapw. var. ..... *Diplograptus lobatus* Per. » *teres* (Barr.)	Retrait de la mer Facies néritique de mer plus profonde		100-150 m.
Caradoc	13 *Pleurograptus linearis*	Dd_5 (pars) Dd_4 (pars)	$d\varepsilon_2$ (pars)	$d\varepsilon$	$d\varepsilon_2$ de **Bohdalec**	Schistes argileux noirs, ordinairement avec petits nodules gréseux. Environs de Prague (surtout à l'Est de la Vltava) : Schistes argileux noirs avec intercalations de calcaires gréseux fossilifères (Crinoïdes, Bryozoaires, Trilobites, Brachiopodes). (Facies à *Polyteichus novaki*).	*Trinucleus ornatus, Dalmanites solitaria, D. angelini, Homalonotus medius, Plumulites paternus, Synek antiquus, Leda incola, Strophomena pseudoloricata, S. aquila, Orthis inclyta, Paterula bohemica*, restes de Crinoïdes, Bryozoaires (surtout *Polyteichus novaki*), *Diplograptus* cf. *pristis*, etc.	*Diplograptus* cf. *pristis* His. *Diplograptus* (*Mesograptus*) nov. sp.	Facies néritique de mer plus profonde	Aux environs de Prague intrusion des minettes (d'âge plus récent)	100-250 m.
	12 *Dicranograptus clingani*	Dd_4	$d\varepsilon_2$	de **Beroun**	$d\varepsilon_1$ de **Loděnice**	Partie sud-ouest du Barrandien. Schistes noirs, micacés et argileux, moins fins (facies de Hostomice). Schistes gris ou bruns, micacés, gréseux, fossilifères, souvent avec des intercalations ou concrétions calcaires. Niveau supérieur : Concrétions et intercalations des calcaires gréseux contenant beaucoup de fossiles. Niveau moyen : Grès à caractère un peu flyscheux intercalés entre les schistes. Niveau inférieur : Schistes peu fossilifères, intercalations rares.	*Dalmanites socialis proaeva, Acidaspis buchi, Asaphus nobilis, Trinucleus ornatus, Illaenus salteri, I. panderi, Calymene incerta, Ribeiria apusoides, Orthoceras bisignatum, Conularia fecunda, C. exquisita, C. grandissima, Hyolithus elegans, Leda bohemica, Nucula faba, N. ponderata, Lingula davidsoni, Orthis notata, Strophomena aquila, S. pseudoloricata. Aristocystis bohemicus, Codiacystis bohemica, Echinosphaerites, Dendrocystis*, etc.	*Climacograptus tubuliferus* Lapw. ? *Diplograptus trubinensis* Per.	Approfondissement progressif (Facies de passage)	Activité volcanique locale (éruptions de diabases)	100-250 m.
	11 *Climacograptus Wilsoni*	Dd_3				Schistes micacés fins de couleur noire (« Schistes de Trubín ») Entre Zdice et Jinočany, à la base : Gisements lenticulaires de minerais de fer oolitique (Nučice, Chrustenice, Zdice.	*Trinucleus ornatus, Dalmanites socialis proaeva, Dionide formosa, Cyclopyge rediviva, Beyrichia bohemica, Conularia modesta, Leda bohemica, Strophomena aquila*, etc. (Dans les minerais de fer, nombreux restes des cystidés, comme *Echinosphaerites, Deutocystis, Orocystis*, etc., *des conulaires, orthocères* etc.).	*Diplograptus trubinensis* Per. *Orthograptus* cf. *truncatus* (Lapw.)			100-150 m.
Llandeilo supérieur	10 *Climacograptus peltifer* et *Mesograptus multidens*	Dd_4 (pars) Dd_2 (pars)	$d\varepsilon_1$	$d\delta$	$d\delta_2$ de **Chrustěnice**	Partie sud-ouest (facies de Hostomice). Prédominance de schistes micacés noirs moins fins. Environs de Beroun : Grès à *Orthisina cava* et *Placoparia grandis*. Grès et quartzites gris alternant avec des intercalations de schistes argileux noirs ; fossiles très rares. A la base, horizon de schistes argileux noirs.	*Dalmanites socialis, Calymene bifida, Placoparia grandis, Orthis redux, Orthisina cava, Strophom. aquila, Temnodiscus*, etc. ..... *Dalmanites socialis, D. angelini, Trinucleus ornatus, Asaphus ingens*, etc.	0	Formation littorale à facies flysch (oscillations du fond de la mer).	Inactivité	Environ 400 m.
	9 *Nemagraptus gracilis*	Dd_2	$d\delta$	des **Brdy**	$d\delta_1$ de **Drabov**	Quartzites et grès siliceux blancs, jaunâtres ou gris clair ; par place avec des intercalations de schistes noirs argileux ou gréseux. Caractéristique : Présence de nombreux trous verticaux, dus probablement aux vers (*Tigillites vertebralis* — Grès à « Scolithes »). (Dans la partie nord-ouest de Barrandien grès fossilifères).	*Dalmanites socialis, Calymene parvula, Homalonotus bohemicus, Asaphus ingenus, Acidaspis buchi, A. primordialis, Cheirurus claviger, Trinucleus ornatus, Illaenus panderi, Conularia anomala, C. pyramidata, C. consobrina, Grammysia catilloides, Modiolopsis draboviensis, Discina grandis, Orthis draboviensis, O. redux, Ascocystis draboviensis, Tigillites vertebralis* (« *scolithes* »).	0	Facies littoral (plages) sabloneux mer peu profonde	Inactivité (?)	Environ 400 m.
inférieur	8 *Glyptograptus teretiusculus*	Dd_1 (pars)	$d\gamma_2$	de Osek-Kváň	$d\gamma_2$ de **Svatá Dobrotivá**	Schistes argileux noirs à concrétions gréseuses.	Faune riche, surtout trilobites.	*Idiograptus tricornis* Carr.	Facies de mer assez profonde	Éruptions des diabases	30-50 m.

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

indiquant que la faune se compose presque entièrement de formes plus anciennes.

Au point de vue *faunistique*, on constate en effet que les couches de Bohdalec font *suite* aux *couches de Lodĕnice* et constituent, ensemble avec ces dernières, la bande $d\varepsilon$; dans ma note déjà mentionnée[1], j'ai désigné ce complexe comme **couches de Beroun**. Presque toutes les espèces qui s'y rencontrent existent aussi dans les couches de Lodĕnice et même dans les couches encore plus anciennes. Au contraire, les fossiles qu'on trouve dans les couches de Bohdalec et les couches de Králův Dvur ne sont représentés que par le Gastéropode *Bucaniella bohemica* PER. et *Salpingostoma grande* (BARR.) dont un seul spécimen a été recueilli à Bohdalec dans les assises $d\varepsilon_2$: généralement, on observe l'*association* que voici : *Trinucleus ornatus* (STERNB.) (fréquent), *Dalmanites solitaria* BARR., *D. angelini* BARR., *Homalonotus medius* BARR., *Plumulites fraternus* BARR., *Strophomena pseudoloricata* BARR., *Str. aquila* BARR., *Orthis* sp. aff. *redux* BARR., *O. inclyta* BARR., *Paterula bohemica* BARR., *Synek antiquus* BARR., *Leda incola* BARR., fragments indéterminables de *Crinoïdes*, *Diplograptus* cf. *pristis* HIS., *Dipl.* (*Mesograptus*) n. sp. et autres.

La puissance des couches de Bohdalec n'est pas constante. Dans la partie ouest et sud du Barrandien elle est la plus faible, 100 m. à peine (Beroun, Hostomice), dans la partie moyenne (Dobřichovice) elle atteint 200 m., et, même à l'Est (partie orientale de la Grande Prague), 250 m. Les schistes de Bohdalec (de la partie orientale de la région de Prague) diffèrent un peu par leur faciès des mêmes schistes apparaissant dans les parties centrale et occidentale de cette région. Les premiers sont généralement noirs, facilement clivables ; certaines assises sont plus claires (gris vert, brun olive) et ne contiennent pas toujours les petites concrétions dont on a parlé. On observe aussi souvent des *intercalations d'autres roches* parmi lesquelles les conglomérats brunâtres à petits éléments (Braník, Michle) sont les plus rares. Plus fréquentes sont les intercalations de grès micacés et de quartzites, et surtout les intercalations calcaires, constituées entièrement, dans certains niveaux, de fragments de Crinoïdes, de colonies de Bryozoaires, de Brachiopodes et de Trilobites. Les Bryozoaires du groupe *Trepostomata* comme *Trematopora*, *Monotrypa* et *Polyteichus nováki* BARR. se rencontrent fréquemment et sont caractéristiques. Certains bancs avec Bryo-

1. *L. c.*, 1, p. 57 (p. 8).

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

zoaires contiennent de petites concrétions noires contenant toujours *Lingula Davidsoni* Barr. (Záběhlice, Pernřkářka). Ces curieuses intercalations de calcaires organogènes ont été constatées pour la première fois par O. Novák[1] près de Michle (« U zlamaného kříze »); plus tard elles ont été observées par Kettner[2] près de Košiře (Pernikařka) et de Záběhlice, et par moi au-dessus de Michle (briqueterie) et près de la halte de Staré Strašnice. D'autres intercalations de grès et de quarztites contiennent en masse des coquilles de *Strophomena pseudoloricata* Barr. (Spořilov, Michle).

Dans cette région, même les schistes noirs renferment une faune légèrement aberrante. A côté des Bryozoaires, représentés surtout par des petites colonies de *Polyteichus nováki* (Barr.), on trouve en grande quantité *Homalonotus medius* Barr., *Dalmanites solitaria* Barr., *Orthis inclyta* Barr., *Synek antiquus* Barr., des fragments de Crinoïdes, etc. Ce faciès spécial est caractérisé aussi par la présence de nombreux filons-couches de *minettes* qui font leur apparition près de la Vltava, deviennent plus abondants dans la direction est (Michle, Záběhlice), puis disparaissent de nouveau. Dans mon étude sur les couches de Zahořany, j'ai désigné ce faciès spécial sous le nom de *faciès à Polyteichus*.

J'ai déjà dit, que les couches de Loděnice et de Bohdalec doivent être *réunies* en un *ensemble* stratigraphique plus grand que j'appelle *couches de Beroun*. Le nom de *couches de Zahořany*, qu'on lui donnait avant, a dû être remplacé, parce que les savants d'autrefois y rapportaient généralement les couches de Chrustenice qu'on ne peut évidemment relier ni avec les couches de Loděnice ni avec les couches de Bohdalec.

Couches de Kralův Dvůr – d^{ξ}_{1}.

Les couches de Kralův Dvůr (le nom est emprunté au village Kralův Dvůr qui se trouve près de Beroun) correspondent à un approfondissement de la mer ordovicienne de la Bohême, approfondissement qui s'est accentué et a atteint son maximum pendant le dépôt de ces couches. Il s'agit généralement de sédi-

1. O. Novak. O nových nalezištích silurských zkamenělin u Prahy. (Sur les nouveaux gisements de fossiles siluriens près de Prague). *Vesmír*. 11, 1937.

2. Kettner R. O novém nalezišti Bryozoí a jiných zkamenělin spodního siluru na Pernikářce u Košíř. (Sur les nouveaux gisements de Bryozoaires et d'autres fossiles du Silurien supérieur de Pernikařka près de Košiře.) *Rozpr*, II. tř. *Čes. Akad.* XXII, 1913.

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

ments vert clair dont le grain est très fin et qui se désagrègent en lamelles minces. Leur puissance est sensiblement la même dans tout le Barrandien — environ 150 m. Les fossiles sont relativement rares ; on en trouve surtout dans les niveaux inférieurs. Près de Beroun seulement ils apparaissent en plus grande quantité (anciens gisements bien connus : Kralův Dvur, Lejškov, Chodouň et autres).

La faune a un caractère bien différent de celle des couches de Bohdalec. Quelques espèces seulement persistent (*Asaphus nobilis* Barr., *Acidaspis buchi* Barr., *Dionide formosa* Barr.), la plupart apparaissent ici pour la première fois ; ce sont : *Caphyra radians* Barr., *Dalmanites socialis grandis* Barr., *Calymene declinata* Cda, *Trinucleus bucklandi* Barr., *Ampyx portlocki* Barr., *Carmon mutilus* Barr., *Phillipsinella parabola* (Barr.), *Illaenus wahlenbergianus* Barr., *I. zeidleri* Barr., *Orthis macrostoma* Barr., *Chonetes radiatulus* Barr., *Strophomena comitans* Barr., *Lingula lejskoviensis* Barr., *Dicellograptus anceps* Nich. et autres.

Plusieurs horizons faunistiques existent probablement dans les couches de Kralův Dvůr, mais aujourd'hui il est difficile de les distinguer sur le terrain, la plupart des localités importantes étant actuellement inaccessibles ; nous ne pouvons donc nous baser, pour le moment, que sur l'ancien matériel contenu dans les collections. Ce fut O. Kodym[1] qui signala pour la première fois l'existence de différents horizons faunistiques dans les assises $d\zeta_1$; il distingua (sans en donner les raisons) deux zones : la zone inférieure à *Calymene declinata* Barr. abondante, et la zone supérieure à *Dicellograptus anceps* Nich. Il est difficile de trancher cette question, mais d'après le matériel qui avait été récolté dans les schistes verts à Kralův Dvůr et se trouve dans les collections, on peut conclure que la faune appartient en effet à deux horizons différents. Les schistes foncés de Lejškov représentent probablement un autre niveau car la faune graptolitique est toute différente, et parmi les Trilobites on rencontre plusieurs formes qui sont rares ou font tout à fait défaut près de Kralův Dvůr (*Carmon mutilus*, *Illaenus wahlenbergianus* et autres). Il serait donc réellement possible de distinguer au moins deux horizons : l'inférieur à *Calymene declinata* Barr. contenant les Graptolites *Diplograptus teres* (Barr.) et *D. lobatus* Per., l'autre les Graptolites *Dicellograptus anceps* Nich., et *Climacograptus scalaris miserabilis* Elles et Wood.

1. O. Kodym. Příspěvek k poznání vrstev zdických. (Contribution à la connaissance des couches de Zdice). *Časopis Nár. musea* 1919.

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

On connaît en outre sur la pente de *Kosov* entre Kralův Dvůr et Beroun des schistes brun vert un peu *plus grossiers*, moins bien clivables, qui contiennent une *faune tout à fait spéciale* représentée par *Dalmanites socialis grandis* Barr., *D. morissiana* Barr., *Illaenus oblitus* Barr., *Calymene blumenbachi* Barr. det., *Cheirurus globosus* Barr., *Strophomena tristis* Barr., *S. quaesita* Barr., *S. moneta* Barr., *Orthis* sp., *Nucula extrema* Barr. et autres. Ces schistes n'affleurent malheureusement pas aujourd'hui, et il n'est pas possible de dire quelle est leur position stratigraphique. Je suis enclin à les placer dans les niveaux tout à fait supérieurs des couches de Kralův Dvůr. La détermination des horizons faunistiques dans les assises $d\zeta_1$ est une question importante que l'on pourra peut-être mettre au point dans l'avenir.

Couches de Kosov $d\zeta_2$.

Après le dépôt des couches de Kralův Dvůr, la mer ordovicienne de la Bohême commença brusquement à se retirer pour revenir bientôt après dans nos régions ; pendant longtemps sa profondeur resta faible, les sédiments argileux se déposaient en alternance avec les sédiments gréseux. A la limite des couches de Králův Dvůr et des couches de Kosov, on observe, dans presque tout le Barrandien, un niveau d'environ 5 m. de puissance formé de *conglomérats* à petits éléments, peu cohérents, de couleur brunâtre. Ces conglomérats sont très bien mis à nu sur la pente entre Radotín et V. Chuchle, près de Černošice et sous la colline dite Kosov près de Králův Dvůr.

Au-dessus on observe les couches de Kosov proprement dites, c'est-à-dire des bancs plus ou moins puissants (de quelques cm. jusqu'à 1 m,) de quartzites et de grès de couleur grise en alternance typique avec des schistes fins vert clair. Les surfaces des couches, surtout les surfaces inférieures des quartzites, sont recouvertes par d'innombrables proéminences tortueuses et noduleuses qui représentent différents trous creusés autrefois dans la vase. Les moulages en étoile qui se rencontrent souvent sont particulièrement remarquables. Les ripple-marks et les traces d'écoulement de la boue sont également fréquentes. Tout cela prouve que la mer était très peu profonde, et que la sédimentation était littorale. Il est intéressant de noter l'absence presque complète[1] *de fossiles* dans les grès, les quartzites et les

1. Le matériel de *Barrande* provenant des grès siliceux de Kosov contient *rca? kosoviensis* Barr. et d'autres bivalves. Les fossiles ont été trouvés dans

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

intercalations schisteuses. La puissance de ces sédiments est assez considérable, elle atteint au moins 300 m. en moyenne. Nos couches de Kosov représentent donc une formation « flysch » par excellence. Aujourd'hui, on admet généralement que les puissants dépôts flyscheux des Carpathes et des Alpes résultent d'un apport abondant de matériel clastique que fournissait la terre ferme voisine en train de se soulever. Le flysch se serait donc formé sous l'influence des phénomènes orogéniques. Dans notre cas, ce soulèvement de la terre était probablement la conséquence du mouvement *calédonien* qui ailleurs en Europe plissa le Paléozoïque supérieur et détermina une discordance nette entre l'Ordovicien et le Silurien[1]. En Bohême, il n'y eut ni interruption sensible dans la sédimentation, ni discordance ; le plissement ne s'est traduit que par le retrait temporaire de la mer.

Une question qui doit être encore mise au clair est celle de savoir si une *interruption* dans la *sédimentation* s'était en général produite entre l'Ordovicien et le Silurien dans le bassin paléozoïque de la Bohême, et si les assises du sommet de l'Ordovicien ont été enlevées comme le suppose Kodym (région de Beroun) parce que la puissance des couches de Kosov est inégale. A mon avis, on a à faire ici à un phénomène d'importance purement locale, la puissance des couches du flysch étant partout assez variable. Et si sa puissance est par places plus faible, cela ne veut pas encore dire que des couches ont été enlevées. Quant au Silurien, on observe à sa base, dans tout le Barrandien, la zone à *Rastrites peregrinus* Barr. Perner a décrit *Orthograptus vesiculosus* Nich. de Bělč et de Libomyšl (matériel de Barrande), mais n'a pu guère le trouver en place. D'après nos découvertes récentes, *Orth. vesiculosus* apparaît en Bohême partout à la base des schistes à Graptolites avec *Monograptus revolutus, M. atavus, Climacograptus törnquisti, Orthograptus mutabilis* etc. Cette association est celle de la zone plus jeune à *Monograptus cyphus*. Les zones basales du Silurien à *Akidograptus acuminatus* et *Orthograptus vesiculosus* feraient donc défaut en Bohême (retrait de la mer) ou seraient représentées par d'autres sédiments. Toutefois rien n'indique la transgression du Silurien, et on ne trouve nulle part d'horizon basal à éléments plus grossiers (conglomérat). Au contraire, dans le soubassement immédiat de l'assise à *Monograptus cyphus* qui, comme le prouve la faune, est, en Bohême, la zone silurienne la plus ancienne,

les couches « d5 », mais le gisement n'est pas indiqué plus exactement. On ne peut donc pas être tout à fait sûr que ces fossiles proviennent des couches de Kosov.

1. Le terme « Silurien », *s. str.*, correspond à notre « Gothlandien » (N. D. R.)

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

on trouve des argiles schisteuses de couleur claire et des schistes argileux ne contenant aucune faune. Kodym [1] a observé les assises en question près de Hlásná Třebáň où elles sont admirablement mises à nu sur la rive gauche de la Berounka ; moi-même je les ai constatées plus tard près de Reporyje, où elles contiennent aussi beaucoup de concrétions pyriteuses d'assez grande taille. Ces sédiments argileux sont parfaitement *concordants* avec les quartzites de Kosov et les schistes à Graptolites qui les surmontent. A mon avis, il est difficile d'admettre l'existence d'une lacune entre l'Ordovicien et le Silurien ; en tout cas elle n'est pas démontrée. Il est plus probable que ces assises représentent l'*équivalent* des *zones siluriennes* les plus anciennes dont la présence en Bohême ne peut être confirmée par les fossiles. On peut pousser la supposition encore plus loin. Puisqu'on a pu prouver, grâce aux fossiles, la présence de la zone supérieure à *Dicell. anceps* (15) de l'Ordovicien anglais dans les couches de Kralův Dvůr, il se pourrait qu'une partie au moins des *couches de Kosov* appartienne chronologiquement non pas à l'Ordovicien mais déjà au *Silurien*. Malheureusement, l'absence de fossiles dans ces couches empêche toute conclusion sûre.

Comparaison et parallélisme avec l'Ordovicien des autres pays basées sur les Graptolites.

Je dois d'abord prévenir le lecteur que je n'ai pas l'intention de me lancer dans d'audacieuses spéculations et comparaisons stratigraphiques pour trouver à tout prix un équivalent de nos dépôts ordoviciens dans telle ou telle autre assise de l'étranger. On sait que l'Ordovicien de la Bohême diffère par son faciès de l'Ordovicien anglais et de l'Ordovicien suédois ; il se rattache au faciès méridional (méditerranéen) connu par ex. en France, dans la péninsule Ibérique, en Thuringe, etc. Ce faciès méridional est cependant encore insuffisamment connu pour qu'il soit possible de tenter un parallélisme plus ou moins approximatif entre l'Ordovicien de la Bohême et l'Ordovicien classique des pays nordiques. Les Graptolites se rencontrent en Bohême, mais leur état de conservation est malheureusement *assez mauvais* ; on ne rencontre jamais qu'une ou deux espèces ensemble (sauf dans les couches très inférieures de l'Ordovicien). Il n'est possible

1. O. Kodym. Geologická mapa okresu Berounského. (Explications. Carte géologique du district de Beroun). Knihovna stát. geolog. ústavu ČSR. 1, 1921.

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

de fixer une zone avec précision que lorsque plusieurs espèces apparaissent ensemble et forment une association déterminée. Une même espèce peut se rencontrer dans plusieurs zones successives et ne suffit pas pour la détermination, surtout si son état de conservation n'est pas parfait. Nous nous heurtons donc ici à de grosses difficultés, et c'est pourquoi les correspondances que je donne plus bas ne sont qu'approximatives. Les Graptolites ordoviciens de la Bohême ont été étudiés pour la première fois (si l'on ne compte pas les recherches de Barrande) en 1895 par J. Perner [1]. Depuis la publication de sa monographie, une grande quantité de matériel a pû être réunie, ce qui permet de faire une détermination plus exacte. Les meilleurs exemplaires de nos Graptolites ordoviciens ont été envoyés par moi à O. M. Bulman à Cambridge qui est aujourd'hui le plus grand spécialiste dans ce domaine. Ce savant détermina avec une rare amabilité tous les exemplaires qui s'y prêtèrent. Naturellement — et c'est très compréhensible — ses déterminations diffèrent beaucoup des anciennes déterminations.

Une base solide pour nos considérations stratigraphiques nous est donnée par la faune de Graptolites des ***couches de Šarka*** -$d\gamma_1$. Dans le niveau *inférieur*, on trouve les Graptolites de la ***zone 6*** de l'Ordovicien anglais avec *Didymograptus bifidus* Hall. comme fossile caractéristique. Un peu plus haut, on rencontre en grande quantité *Didymograptus geminus* (His.) et puis, dans un horizon plus élevé (*Bouček* 1926), *Did. clavulus* (Per.) et *D. murchisoni* Beck. qui sont les représentants de la ***zone 7*** à *Did. murchisoni*. D'après la nouvelle stratigraphie de l'Ordovicien anglais, ces deux zones appartiennent au *Llanvirn* (*Hicks*, 1881). Les couches de Dobrotivá -$d\gamma_2$ correspondent probablement au *Llandeilo* inférieur (à peu près ***zone 8***), car la faune qu'on y trouve a un caractère plus récent et le Graptolite *Idiograptus tricornis* Carr. y est particulièrement abondant.

Aucun reste de Graptolites n'a été trouvé jusqu'à présent dans les ***couches*** de ***Drabov*** et les ***couches*** de ***Chrustenice***. Puisque les ***couches*** de ***Lodĕnice*** qui leur font suite peuvent être attribuées avec une très grande probabilité au Caradoc (***zones 11-13***), les couches de correspondent probablement à tout le Llandeilo supérieur (***zones 9-10***).

Le gîte métallifère de Chrustenice à la base des ***couches*** de ***Lodĕnice*** ($d\varepsilon_1$) a fourni *Orthograptus* cf. *truncatus* (Lapw.).

1. J. Perner. Studie o českých graptolitech. (Etudes des Graptolites de Bohême), 1895, II t.

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

Cette espèce se rencontre dans les zones 12 et 13 de l'Ordovicien anglais. Dans les schistes de Trubín on ne trouve que de mauvais spécimens décrits comme ? *Climacograptus trubinensis* PER.

Les assises supérieures de Lodenice contiennent fréquemment l'espèce décrite par Perner comme *Diplograptus insculptus* PER. Bulman suppose qu'il s'agit de *Climacograptus tubuliferus* LAPW. qui se rencontre dans les *zones 12 et 13*. On pourrait en conclure que les *couches de Lodènice* correspondent aux *zones anglaises 12* (à *Dicranograptus clingani*) et *13* à *Pleurograptus linearis*), c'est-à-dire à *l'étage Caradoc* (J. E. Marr. 1905).

Les couches de Bohdalec contiennent en abondance les espèces décrites par Perner comme *Diplograptus pristis* HIS. et *Diplograptus foliaceus* var. *vulgatus* LAPW. Pour Bulman, notre *D. pristis* n'est pas un vrai *D. pristis* mais une variété très voisine. Dans leur monographie des Graptolites anglais. Elles et Wood disaient que la seconde espèce est à considérer comme synonyme d'*Orthograptus calcaratus* var. *vulgatus* LAPW., mais Bulman a pu confirmer que les exemplaires de notre forme qui lui ont été envoyés sont des représentants typiques de *Diplograptus*, plus exactement de *Mesograptus*. Spécifiquement, on ne peut les identifier, pour le moment, avec aucune des formes connues ; il s'agit probablement d'une nouvelle espèce (ressemblant par ses cellules à *Dipl. multidens* E. et W., par la forme générale à *Dipl. modestus* LAPW.). Le vrai *Dipl. pristis* est connu dans la partie inférieure des schistes à *Trinucleus* de la Scandinavie qui correspondent au sommet du Caradoc. Des couches semblables sont connues également dans l'Ordovicien anglais. Tout cela permettrait de conclure que les *couches de Bohdalec* représentent le *sommet du Caradoc*; la parenté qui existe entre leur faune et celle des couches de Lodenice la confirmerait également.

Dans les assises supérieures de *Králův Dvůr* on rencontre fréquemment *Dicellograptus anceps* NICH., forme caractéristique de la *15e zone anglaise* à *Dicell. anceps*) qui fait partie de l'étage *Ashgillian*. Cet horizon contient aussi chez nous *Climacograptus miserabilis* E. et W. (var. *scalaris* HIS.) qui, en Angleterre, existe depuis la zone 14 jusqu'aux zones siluriennes 16 et 17. Dernièrement, on a trouvé aussi dans nos assises *Orthograptus calcaratus* var. *basilicus* LAPW ; en Angleterre, on l'a constaté un peu plus bas. La partie supérieure des *couches de Kralův Dvůr* appartient sans aucun doute à la zone 15 à *Dicellograptus anceps*, c'est-à-dire à l'Ashgillian supérieur. Reste à savoir par quoi est représentée chez nous la *zone 14* à *Dicellograptus com-*

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

planatus? (Ashgil. inférieur). J'ai dit plus haut que deux horizons faunistiques peuvent être distingués dans les couches de Kralův Dvůr et que l'horizon supérieur représente certainement la zone à *Dicell. anceps*. Je suppose donc que l'horizon inférieur, où jusqu'à présent on n'a trouvé que *Diplograptus lobatus* Per. et *Diplograptus teres* (Barr.), est l'équivalent de ladite zone anglaise.

Une autre solution possible de ce problème, a récemment été indiquée par G. F. Troedsson [1]. Cet auteur examine la succession des zones les plus récentes de l'Ordovicien et fait une comparaison entre les deux régions classiques : Angleterre et Suède. Tandis qu'en Angleterre la zone à *Dicellograptus anceps* est superposée à la zone à *Dicellograptus complanatus*, en Suède l'inverse semble avoir lieu. Pour expliquer ce fait, Troedsson cite J. E. Marr., qui a aussi trouvé *Dicell. anceps* à un niveau inférieur (Cautley district). Troedsson compare cette première apparition de *Dicellograptus anceps* en Angleterre à sa présence normale en Suède ; dans ce pays, *D. anceps* n'existe pas dans la zone où on le rencontre habituellement en Grande-Bretagne. Et il suppose que la même chose se produit en Bohême, parce que la faune des schistes à *Dicellograptus anceps* semble bien correspondre ici (d'après les recherches de Olin) à celle des « Trinucleusshiffer » de Suède.

Mais il est très difficile de justifier cette opinion à cause de l'absence du *Dicellograptus complanatus* en Bohême. Il est certes possible que l'équivalent de la zone à *Dicell. complanatus* soit le niveau inférieur à *Calymene declinata*, situé sous l'horizon à *Dicell. anceps*. Il semble que, d'après la distribution verticale de ces deux *Dicellograptus*, leur valeur stratigraphique ne soit pas très importante, et qu'il soit peut-être superflu de distinguer deux zones.

Les *couches de Kosov* posent un problème stratigraphique encore plus difficile. Nous avons déjà mentionné, que les couches de Kosov, qui ont été rangées jusqu'ici dans l'Ordovicien par les géologues, ont le caractère de *couches basales* (opinion soutenue aussi par Troedsson dans sa note récente [2]) ; en effet, on y constate l'existence de conglomérats entre les couches de Králův Dvůr et celles de Kosov ; d'autre part, elles passent tout à fait insensiblement vers le haut aux argiles schisteuses pas trop puis-

1. G. F. Troedsson. The Ordovician-Silurian boundary in Europe, mainly in the Scandinavian-Baltic Region. Report of XVI, intern. Congr. Washington 1933 (reprint 1936).

2. *L. c.*, p. 24.

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

santes, et ces dernières aux schistes noirs à Graptolites de la zone à *Monograptus cyphus* (zone 18 du Silurien anglais d'après Elles et Wood). Rien n'indique l'existence d'une lacune; la sédimentation ne semble pas avoir été interrompue. Les zones 16 (à *Akidograptus acuminatus*) et 17 (à *Orthograptus vesiculosus*) n'ont pas été constatées. Il se pourrait que les *argiles schisteuses* sans fossiles et la partie mentionnée des *couches de Kosov* représentent leurs équivalents et appartiennent déjà au *Silurien*.

EXPLICATIONS DES PLANCHES B ET C

Planche B

Fig. 1. — Surface de *l'intercalation calcaire* avec restes de *Crinoïdes* et de *Bryozoaires* (*Trematopora*, *Monotrypa*). Horizon à *Polyteichus* des couches de *Bohdalec* — $d\varepsilon_2$. Michle (briqueterie).

Fig. 2. — *Schiste argileux micacé* des *couches de Loděnice* — $d\varepsilon_1$ avec deux spécimens de *Dalmanites socialis* var. *proaeva* Barr. Zahořany.

Fig. 3. — *Grès siliceux clair* des *couches de Drabov* — $d\delta_1$ avec restes de *Dalmanites socialis* Barr. Drabov sur le sommet Děd près de Beroun.

Planche C

Fig. 1. — *Intercalation calcaire* des schistes de *Bohdalec* — $d\varepsilon_2$ avec coquilles de *Strophomena pseudoloricata* Barr. Spořilov près Prague.

Fig. 2, 3, 4. — *Quartzites de Drabov* — $d\delta_1$ avec tubes de vers (*Tigillites vertebralis* Fritsch.). Quartzites à scolites recueillis à Vokovice près de Prague.

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

L'Évolution tectonique du Barrandien[1]

par **Radim Kettner**.

Planche D et 1 Tableau.

En Bohême, on appelle *Barrandien* le complexe d'étages et de « bandes » que Joachim Barrande désignait comme *Système silurien du centre de la Bohême*. Ce « Système silurien » de Barrande occupe, dans la Bohême du centre et du Sud-Ouest, une région qui s'étend de *Brandys nad Labem* par *Prague* et *Plzeň* (Pilsen) à *Klatovy* et *Domazlice*. Nous savons aujourd'hui que le Barrandien n'est pas constitué uniquement par des formations siluriennes comme le pensait Barrande, mais qu'il comprend le *Protérozoïque* (Algonkien de la Bohême) et le *Paléozoïque inférieur* représenté par le *Cambrien*, l'*Ordovicien*, le *Silurien* et le *Dévonien*. La plupart des complexes du Barrandien touchent au Sud-Est le *massif granitique de la Bohême centrale*. Au Sud-Ouest et à l'Ouest, ils se trouvent en contact avec le cristallin de la *Forêt de Bohême* et du *Plateau de la Teplá*. Au Nord et au Nord-Ouest, ils s'enfoncent sous les formations plus jeunes, le *Permocarbonifère du bassin de Kladno-Rakovník* et le *Crétacé supérieur*. Les séries algonkiennes et paléozoïques inférieures, formant la région proprement dite du Barrandien qui vient d'être délimitée, sont recouvertes par places par des formations plus jeunes ; ces dernières étaient autrefois beaucoup plus étendues, mais aujourd'hui elles n'existent qu'en lambeaux épargnés par la dénudation. Ces formations sont représentées en premier lieu par le *Permocarbonifère* qui forme une série de bassins — le plus grand est celui de Plzeň — et le *Crétacé supérieur*, en couches continues ou en lambeaux, qui s'étendait presque jusqu'aux environs de Prague.

Le massif granitique de la Bohême centrale et les différentes roches filoniennes dérivant du même foyer sont plus jeunes que les séries du Barrandien, mais plus anciennes que le Westphalien du bassin permocarbonifère de la Bohême centrale.

La mise en place de la masse principale du massif granitique de la Bohême centrale et l'intrusion des roches filoniennes liées à ce massif ont probablement eu lieu au Carbonifère inférieur. Des roches éruptives de même âge s'observent dans la partie

1. Traduit du tchèque par Mme Valentine Andrusov.

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

occidentale du Barrandien. Il s'agit de petits massifs granitiques perçant l'Algonkien au Nord et au Sud de Plzeň et d'une multitude de filons liés vraisemblablement à ces massifs.

Barrande se représentait son « Système silurien du centre de la Bohême » comme un *bassin elliptique* dont le grand axe court de *Hlubočepy* près de Prague vers le Sud-Ouest dans la direction de *Plzenec*. Barrande et d'autres savants supposaient que ce bassin elliptique a une *structure symétrique* et que les complexes qui apparaissent dans une des ailes du bassin doivent se retrouver dans l'aile opposée. Plus les couches sont jeunes, plus elles sont rapprochées du grand axe du bassin.

Les explorations effectuées depuis dans la région ont montré que *cette symétrie n'existe pas pour tous les complexes* qui constituent le « bassin de Barrande ». Seules les couches ordoviciennes, siluriennes et dévoniennes montrent une disposition symétrique par rapport à l'axe de direction NE-SW. Et ce n'est que pour ces formations que la série stratigraphique est la même dans les deux ailes du synclinal. Si nous examinons l'extension des formations plus anciennes (Protérozoïque et Cambrien) par rapport au grand axe du synclinal que forment les assises de l'Ordovicien, du Silurien et du Dévonien, nous constatons que la symétrie n'existe pas. Ainsi, par ex., le Cambrien est plus largement développé dans l'aile SE du Barrandien, où il forme les *montagnes de Brdy* et constitue, depuis *Rokycany* jusqu'à *Mníšek*, le soubassement régulier de l'Ordovicien. Dans l'aile opposée, le Cambrien n'existe pas dans le soubassement de l'Ordovicien, et celui-ci repose directement sur l'Algonkien. Le Cambrien de la région de Skryje et de Týřovice, qui appartient à l'aile nord-ouest du Barrandien, se trouve hors des limites d'extension des couches ordoviciennes. La série cambrienne de l'aile SE du Barrandien est plus complète que celle de l'aile NW et son faciès pétrographique est également différent.

Quant au *Protérozoïque* (Algonkien), sa symétrie par rapport au grand axe du bassin de la Bohême centrale est encore plus faible. Le Protérozoïque qui fait partie du Barrandien se subdivise en trois termes : l'étage *inférieur* ou *antéspilitique*, l'étage *moyen* ou *spilitique* (avec les *assises inférieures à phtanites* et les *assises supérieures à spilites proprement dites*) et l'étage *supérieur* ou *postspilitique*. Si nous examinons la distribution de ces formations, nous remarquons que l'étage supérieur du Protérozoïque de la Bohême a une position tout à fait excentrique par rapport à l'axe du Barrandien et n'existe qu'au bord de l'aile SE. Le Protérozoïque qui apparaît dans la région du Barrandien

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

a donc sa *propre tectonique*, une vieille tectonique qui diffère de celle du Paléozoïque inférieur.

Tout ceci montre qu'on ne peut guère comprendre sous le nom de « bassin de Barrande » ou de bassin paléozoïque de la Bohême centrale le Barrandien *entier*. Le fait que les complexes préordoviciens ne sont pas symétriques par rapport au grand axe doit être attribué aux anciens mouvements orogéniques et aux changements paléogéographiques.

La plupart des lignes tectoniques qui définissent la structure du Barrandien ont pris naissance pendant le *plissement hercynien* (*varisque*). A côté des effets du plissement hercynien, qui jouent un rôle particulièrement important dans le Barrandien, on peut reconnaître, dans cette région, des traces de plissement plus ancien, *précambrien*, qui avait affecté les complexes protérozoïques (algonkiens). La preuve en est donnée tout d'abord par les nombreux cas de *discordance entre l'Algonkien et le Paléozoïque inférieur*. La discordance entre l'Algonkien et le Cambrien a été constatée pour la première fois en 1853 par Johann Grimm près de *Příbram* et dans la région de Skryje et Týřovice. On voit près de *Příbram* que les mêmes couches cambriennes reposent tantôt sur l'étage spilitique, tantôt sur l'étage postspilitique de l'Algonkien. Par places, la direction des couches algonkiennes est nettement différente de celle des couches paléozoïques. Ainsi, par ex., dans l'aile NW du synclinal, les assises ordoviciennes ont une direction NE-SW, tandis que les couches algonkiennes qui forment leur soubassement ont une direction diagonale, voire même perpendiculaire à la première.

Le *plissement précambrien* a été très intense dans le Barrandien ; une *forte dénudation*, également précambrienne, lui a fait suite. Odolen Kodym a constaté dans l'aile nord-ouest du Barrandien, entre *Krivoklát* et *Kralupy*, un *chevauchement précambrien*, les assises a phtanites ont été poussées du SE vers le NW sur les couches à spilites proprement dites de l'étage moyen de l'Algonkien. Près de *Křivoklát*, on observe un lambeau de recouvrement isolé, formé de couches à phtanites, qui flotte sur les couches algonkiennes à spilites. Pendant le plissement précambrien il y a eu probablement des manifestations de *volcanisme de profondeur*, car on trouve des galets granitiques dans les conglomérats algonkiens et dans les conglomérats cambriens. Le lieu d'origine de ces roches éruptives précambriennes ne nous est pas encore connu.

Deux phases de plissement précambrien peuvent être distinguées, selon moi, dans le Barrandien. Les *mouvements plus*

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

anciens ont laissé un indice dans *l'horizon de conglomérats grauwackeux* qui constitue la base de l'étage supérieur ou postspilitique de l'Algonkien dans l'aile SE du Barrandien. Quoique ces conglomérats soient liés par des passages insensibles non seulement à leur toit mais aussi aux couches sous-jacentes, quoique aussi la sédimentation ne fût pas interrompue aux endroits où la présence des conglomérats a été constatée, des mouvements orogéniques ont dû précéder leur dépôt. Les conglomérats se composent de galets de grauwackes algonkiennes, de spilite et de granites précambriens. La *deuxième phase* de mouvement au Précambrien s'est produite après le dépôt de l'étage supérieur (postspilitique) de l'Algonkien.

D'autres mouvements de l'écorce terrestre ont eu lieu à la *fin du Cambrien*, mais furent trop faibles pour plisser les couches. Au Cambrien supérieur, la région du Barrandien a connu une période continentale et des *épanchements de porphyrites et de porphyres quartzifères*. Le centre de ces éruptions se trouvait dans l'aile NW du Barrandien. Les masses en fusion se sont épanchées dans le toit du Cambrien de Skryje et de Týřovice et ont formé ce qu'on appelle la *zone éruptive de Křivoklát* et *Rokycany*. Il est probable que l'effusion des masses magmatiques de la zone de Křivoklát et Rokycany se trouvait préfixée par le chevauchement des couches à phtanites sur les couches à spilites. L'activité éruptive a été suivie par une dénudation qui correspond au sommet du Cambrien. Les assises ordoviciennes ont toutes une allure transgressive ; les conglomérats de base et les grès de l'Ordovicien contiennent beaucoup de fragments de porphyrites et de porphyres cambriens.

Une sédimentation marine tranquille s'installa dans le Barrandien dès le début de l'Ordovicien (Trémadoc) et dura jusqu'au début du Frasnien. Ce n'est qu'entre l'Ordovicien et le Silurien qu'on constate une petite lacune stratigraphique : la zone à *Cephalograptus acuminatus* et, en partie, la zone à *Orthograptus vesiculosus* font défaut. Les couches siluriennes passent aux assises dévoniennes de façon tout à fait insensible, sans interruption dans la sédimentation. Ce passage graduel du Silurien au Dévonien prouve que le *plissement calédonien n'a pas eu d'influence sur l'évolution tectonique du Barrandien*. La petite lacune stratigraphique entre l'Ordovicien et le Silurien que nous avons signalée plus haut correspondrait peut-être à une phase orogénique plus ancienne du mouvement calédonien dont les effets sont connus ailleurs en Europe. Les *récifs coralliens* développés localement dans le Barrandien entre le Silurien et le

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

Dévonien étaient un retentissement des mouvements lointains de l'écorce terrestre, mouvements qui correspondaient à la deuxième phase ou phase principale du plissement calédonien.

Le complexe le plus jeune du Paléozoïque inférieur du Barrandien est représenté par les *couches de Srbsko* que Barrande désignait comme étage H. A la base de ces assises ont été trouvés la fameuse flore dévonienne de la Bohême et les restes de faune prouvant qu'il s'agit du Givétien. Le complexe de schistes et de grès à allure flyscheuse qui recouvre les dépôts fossilifères en question atteint une puissance de 250 m. et ne contient pas de fossiles. Ces circonstances nous font attribuer provisoirement la partie supérieure des couches de Srbsko (étage H de Barrande) au Dévonien supérieur (Frasnien). Il est toutefois certain que *la plus grande partie du Dévonien supérieur n'est pas représentée dans le Barrandien*. Le caractère flyscheux des couches de Srbsko prouve que le fond de la mer dévonienne s'était brusquement soulevé et que les eaux avaient commencé à se retirer de la Bohême centrale ; ces phénomènes furent les précurseurs des premiers mouvements hercyniens.

Tout cela m'amène à la supposition que le *mouvement hercynien a débuté dans la Bohême centrale déjà à la fin du Dévonien*. Les mouvements orogéniques ont probablement atteint leur maximum au *Carbonifère inférieur*. Les couches de Srbsko représentent les derniers sédiments marins paléozoïques de la Bohême centrale. Dans le Barrandien et la partie moldanubienne du massif de Bohême, le plissement hercynien a été accompagné par des *phénomènes de volcanisme de profondeur et de métamorphisme*. La *mise en place des grands massifs granitiques* de la Bohême centrale et la *formation de la majeure partie des schistes cristallins de la région moldanubienne* ont eu lieu pendant le plissement hercynien. Le processus orogénique hercynien tout entier, avec l'ascension des masses éruptives de profondeur et les phénomènes de métamorphisme, s'était terminé, dans la Bohême centrale, dès le début du Carbonifère supérieur. Les *dépôts limniques des bassins permocarbonifères* de la Bohême centrale, qui commencent par le terme supérieur du *Westphalien moyen*, reposent partout en discordance sur les séries plissées et fortement dénudées du Barrandien. A ce moment, la dénudation avait déjà mis à nu les masses granitiques qui étaient montées au Carbonifère inférieur. Dans les environs nord et sud de Plzeň, le Permocarbonifère repose en discordance sur les petits massifs granitiques mis à découvert. La composition pétrogra-

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

phique des sédiments carbonifères, en particulier des arkoses, montre que les zones hercyniennes de la Bohême centrale avaient été soumises à une forte dénudation. Le Permocarbonifère des bassins houillers de la Bohême centrale a été affecté par une série de dislocations ayant l'allure d'affaissements, mais n'a pas été plissé.

La période principale du plissement hercynien dans la Bohême centrale étant ainsi délimitée, envisageons les effets qu'ont eu les mouvements orogéniques dans cette région.

Les formations paléozoïques inférieures du Barrandien qui se sont conservées dans le grand synclinal s'étendent entre *Brandýs nad Labem* (sur l'Elbe) et *Plzenec*; elles forment aussi de petits îlots isolés, vestiges de dépôts autrefois très étendus. On sait que ce Paléozoïque appartient au faciès de l'Europe centrale et de la région méditerranéenne qui diffère de celui des régions paléozoïques saxo-thuringienne et rhénane. Le Paléozoïque à faciès « barrandien » existe en *Bohême orientale* entre *Přelouč* et *Pardubice* (dans le soubassement du Crétacé) et dans les *Železné hory* (Monts de Fer) aux environs de *Heřmanův Městec* et de *Vápenný Podol* ; on le connaît aussi aux alentours de *Hof* et du *Frankenwald* en Bavière. Au point de vue de la faune et du faciès, le Paléozoïque inférieur du Barrandien montre des rapports étroits avec le Paléozoïque français et alpin. Sous l'action des mouvements hercyniens, les complexes du Paléozoïque ont formé un système de plis synclinaux et anticlinaux, de direction SW-NE ; à l'Est de Prague ces plis s'infléchissent et prennent la direction NW-SE. Représentons-nous que le Paléozoïque de la Bohême avait à peu près la structure du Paléozoïque belge. Les plis, qui se succédaient, constituaient, dans leur ensemble, des synclinoriums et des anticlinoriums. La plus grande partie de ces plis paléozoïques a été complètement enlevée en Bohême ; les sédiments paléozoïques qui se sont conservés appartenaient à des synclinaux dont la position dans le synclinorium primitif supposé était la plus basse. Tel est, en premier lieu, le *synclinal principal formé de couches paléozoïques inférieures* (*Barrandien*) qui s'étend de *Brandys n. Labem* par *Prague* jusqu'à *Plzenec*, puis les petits îlots ordoviciens à position synclinale dans l'aile NW du Barrandien (Krušná hora, Velíz, Dlouhá skála) à l'Ouest de Beroun, la bande cambrienne de Skryje et Týřovice, la bande éruptive de Křivoklát et Rokycany et enfin la zone dite des îlots métamorphisés de la Bohême centrale, restes de la couverture dont était entouré autrefois le massif granitique au SE du synclinal principal du Barrandien. Ces îlots, tous à position syncli-

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

nale, sont constituées de couches paléozoïques inférieures à faciès barrandien métamorphisées par contact.

Les grands complexes algonkiens de la Bohême centrale, presque tous non transformés, qui forment le soubassement des assises paléozoïques, complexes déjà fortement plissés avant le Cambrien, se trouvèrent de nouveau affectés par des mouvements orogéniques hercyniens qui leur imprimèrent une structure hercynienne.

Nous avons ainsi esquissé les grands traits du bâti des anciennes séries à faciès « barrandien » de la Bohême centrale ; abordons maintenant l'*analyse détaillée des phénomènes tectoniques* tels qu'ils se présentent dans le synclinal principal du Paléozoïque inférieur, dans les complexes algonkiens voisins et dans la région du massif granitique de la Bohême centrale.

Le parcours des dislocations principales qui coupent les complexes du Barrandien a été déterminé pour la première fois par le fondateur de la géologie tchèque, le professeur Jan Krejčí. Celui-ci reconnut trois systèmes de dislocations ; le système le plus ancien est représenté par des *failles longitudinales* de direction NE-SW, le suivant (chronologiquement) par des *dislocations transversales* de direction NW-SE, et le plus jeune par des *failles dirigées du Nord au Sud*. Krejčí dressa, en 1885, la première carte tectonique du Barrandien ; une série de coupes placées dans l' « Orographisch-geotektonische Übersicht des silurischen Gebietes im mittleren Böhmen », qu'il publia en collaboration avec K. Feistmantel, servait d'illustration à cette carte. Dans ses œuvres, J. Krejčí envisageait la tectonique du Paléozoïque inférieur de la Bohême centrale et parlait de l'action de la pression latérale, de plissement et de surélévation de caissons délimités par les failles.

L'explication tectonique que donnait Krejčí était juste, en principe, et il est étonnant que dans sa « Face de la Terre » Eduard Suess[1] ait supposé, se référant aux travaux de Krejčí, que le Paléozoïque de la Bohême centrale forme un *fossé*. Ce point de vue fut accepté par F. Katzer qui, l'exagérant, envisagea, dans sa « Geologie von Böhmen » (Prag, 1892) toutes les dislocations longitudinales comme des affaissements. Cette erreur s'est répétée jusqu'à ces derniers temps dans les manuels de Géologie et les œuvres relatives à la Géologie de la Bohême. Et personne ne

1. E. Suess. Das Antlitz der Erde, II. Bd, Prag, Wien u. Leipzig, F. Tempsky, 1888, p. 143.
E. Suess. La face de la terre, t. II, p. 197, Paris, 1921, Librairie Armand Colin.

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

se rendait compte que les coupes de Krejčí ne permettent guère d'interpréter ce phénomène comme un fossé. Seul Fr. Pošepný avait dit clairement que le Barrandien représente une région plissée et réduite dans sa largeur, et que les dislocations longitudinales sont des failles inverses. Ce point de vue, exprimé par Pošepný en 1895 dans son étude géologique et minière des environs de Příbram, ne fut malheureusement pas pris en considération.

Les études récentes basées sur les nouveaux levés de carte dans le Barrandien ont montré qu'*il est inexact de se représenter le Barrandien comme un fossé* parce que la plupart des dislocations longitudinales sont dues, non pas à des affaissements de caissons médians du bassin paléozoïque, mais, au contraire, à une *surélévation des blocs plus internes par rapport à ceux qui sont plus extérieurs*. Les dislocations longitudinales ont donc surtout le caractère de *failles inverses*.

Lorsqu'il a été établi que la structure du Barrandien résulte de l'action des forces tangentielles de l'écorce terrestre et que les dislocations longitudinales qui ont été ainsi engendrées appartiennent à la catégorie des failles inverses, plusieurs auteurs (F. Seemann, A. Liebus, Ernst Nowak, Fr. Wähner, Jos. Woldřich et d'abord moi-même) ont supposé que la répétition de certaines assises dans la coupe transversale du Barrandien est due non seulement à des failles inverses longitudinales, mais aussi au plissement isoclinal des couches. L'étude détaillée de la stratigraphie des différents étages et bandes du Barrandien ne confirma pas ce point de vue ; aujourd'hui nous sommes absolument sûrs qu'il n'y a pas de plis isoclinaux dans le Barrandien. Même les plis déjetés y sont peu fréquents ; les failles inverses longitudinales ne représentent que rarement des plis-failles formés par l'étirement des flancs inverses des plis déjetés. Généralement il s'agit de *failles longitudinales inverses* suivant lesquelles les couches ont été surélevées.

La *distribution des failles longitudinales inverses* dans le Barrandien offre une *régularité* remarquable : dans l'aile NW, les caissons se sont surélevés en effectuant un mouvement du SE vers le NW, tandis que dans l'aile SE, le mouvement s'est fait dans un sens contraire, c'est-à-dire du NW vers le SE. Dans l'aile NW, les plans de dislocation sont donc inclinés vers le SE, dans l'aile SE. — vers le NW. Cette distribution régulière des failles inverses longitudinales montre que la *structure tectonique* du synclinal barrandien *est symétrique* par rapport à son axe longitudinal. Une exception à cette règle est constituée

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

par la *faille inverse de Závist* dans l'aile SE, suivant laquelle l'Algonkien a été surélevé au-dessus du Paléozoïque inférieur dans le sens contraire, c'est-à-dire du SE vers le NW. La dislocation en question, dont le parcours est en partie diagonal par rapport à la direction des couches, n'est pas du même âge que les autres failles inverses longitudinales ; elle s'est formée plus tard. Dans la suite, nous aurons encore l'occasion d'en parler.

Les plans des failles longitudinales ont, pour la plupart, une très forte inclinaison : 60-75°, mais il y en a aussi, dans le Barrandien, dont le pendage est plus faible : 20° environ.

La dislocation longitudinale la mieux mise à nu est la « *Lettenkluft* » de Příbram, suivant laquelle l'Algonkien s'est fortement surélevé au-dessus du Cambrien. On a suivi cette fracture dans les mines de Příbram jusqu'à une profondeur de 1200 m. Son pendage est de 70° environ vers le NW.

La présence de failles longitudinales explique la plupart des phénomènes connus sous le nom de « colonies de Barrande ». Il s'agit de petits paquets de schistes à Graptolites siluriens enchâssés suivant les failles longitudinales dans les couches de l'Ordovicien supérieur.

A mesure qu'on va des bords du synclinal paléozoïque vers l'axe longitudinal principal, on constate que les dislocations longitudinales principales deviennent moins accusées et s'effacent presque complètement au voisinage de cet axe pour céder la place à de simples ondulations formant des plis doux.

Les failles inverses longitudinales ne sont cependant pas les seules dislocations qui coupent les couches du Barrandien. On connaît aussi plusieurs *affaissements longitudinaux* engendrés par des mouvements de sens contraire à ceux qui ont donné naissance aux failles longitudinales inverses ; il y a donc eu effondrement des caissons plus internes du synclinal paléozoïque par rapport aux compartiments plus externes. Toutefois ces affaissements ne constituent que des phénomènes d'importance tout à fait secondaire, et leur présence dans le Barrandien ne confirme nullement que le Paléozoïque inférieur de la Bohême se présente comme un fossé. Quant à l'âge des dislocations, on constate que les failles longitudinales normales sont toujours plus jeunes que les failles longitudinales inverses.

Nous avons déjà signalé plus haut la présence de la *faille inverse de Závist* dans l'aile SE du Barrandien ; suivant cette faille l'Algonkien est mis en contact avec le Paléozoïque inférieur. Nous avons dit aussi qu'il s'agit d'une *surélévation* contraire à celle que présentent les autres dislocations à l'aile sud-

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

est. La faille inverse de Závist commence au Nord de *Dobříš* près de *Kytín*. Elle tronque d'abord diagonalement les couches cambriennes. Ce n'est que près de *Mnišek* que l'Algonkien surélevé arrive en contact anormal avec l'Ordovicien ; plus loin, jusque vers *Závist*, la faille conserve toujours sa direction oblique par rapports aux couches ordoviciennes, et c'est pour cela que, dans la vallée de la Vltava en face de *Zbraslav*, l'Algonkien se heurte contre les couches de Zahořany (de-Caradoc). Après *Závist*, la faille peut être suivie dans le ravin de Modřany, et plus loin jusque vers *Kunratice*, où elle se perd. La faille inverse de Závist tronque successivement les différentes bandes du Cambrien et de l'Ordovicien et les failles inverses longitudinales. On voit donc que la faille de Závist est plus jeune que les failles inverses longitudinales de l'aile SE du Barrandien. Quelques petites dislocations affectant le Silurien et le Dévonien entre *Slivenec* et *Velká Chuchle* au S de Prague ont le même sens que la faille de Závist.

La *forte compression* et la *schistosité* que montrent les *roches algonkiennes* au S de Prague entre *Nový Knín* et *Řičany* sont nées probablement en même temps que la faille de Závist et les petites failles qui viennent d'être mentionnées. Ces phénomènes sont particulièrement puissants au confluent de la Vltava et de la Sázava près de *Štěchovice* et de *Jílové*. Cette schistosité est généralement oblique : NNE-SSW par rapport à la direction des couches algonkiennes : NE-SW. Tous ces phénomènes constatés dans l'aile SE du Barrandien au S de Prague sont dus à la *pression de Jílové* qui agissait à peu près dans la direction ENE-WSW. La pression de Jílové s'est fait sentir quelque temps après le premier plissement des complexes du Barrandien et la formation des failles inverses longitudinales ; elle peut être considérée comme une *nouvelle phase* du plissement hercynien en Bohême centrale. La pression de Jílové, qui comprima les couches et les rendit schisteuses entre *Nový Knín* et *Řičany*, détermina en même temps, dans la région voisine située à l'Ouest — les environs de Dobříš et de Příbram — une *tension considérable de l'écorce terrestre* et une *fissuration* dans la direction N-S. De nombreuses failles de direction N-S se sont ouvertes dans l'Algonkien et le Cambrien des environs de *Dobříš* et de *Příbram* ; elles jouent un rôle très important dans cette région.

L'aile SE du Barrandien se trouve en contact avec le *massif granitique de la Bohême centrale*. A côté des roches de profondeur proprement dites qui constituent ce massif, on observe toute une série de roches filoniennes variées qui ont pénétré

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

sous diverses formes dans les complexes du Barrandien, notamment dans l'Algonkien et le Cambrien. Si l'on examine attentivement la forme, la succession et les relations de ces roches filoniennes avec les couches qu'elles percent, on reconnaît que l'*ascension des différentes espèces de magma* dont dérivent les roches filoniennes et les roches de profondeur *allait de pair avec les manifestations orogéniques du plissement hercynien.*

On admet de façon générale que toutes les roches intrusives qui composent le massif granitique de la Bohême centrale et qui s'accumulent autour de lui sont issues d'un *seul et même foyer magmatique*. Le vidage de ce foyer magmatique fut un processus compliqué et lent de différenciation magmatique. Nous n'allons pas nous occuper ici de ces questions, elles sont analysées dans la note de A. Orlov que le lecteur pourra consulter. C'est plutôt au *point de vue tectonique* que nous examinerons ici l'intrusion des différentes roches liées au foyer magmatique du massif granitique de la Bohême centrale.

Les levés détaillés de carte géologique ont permis d'établir l'ordre dans lequel les roches éruptives sont montées. De façon générale, on peut subdiviser les roches en *trois catégories. La première comprend les roches filoniennes qui se sont formées avant* l'intrusion du gros du massif granitique. Ces roches filoniennes percent les complexes algonkiens et cambriens et constituent des corps de différente forme. *A la deuxième catégorie se rapportent les roches éruptives de profondeur* formant la masse principale du massif granitique proprement dit. *A la troisième catégorie appartiennent les roches filoniennes qui sont montées après la mise en place du massif granitique* ; elles percent surtout ce dernier et ne pénètrent que peu dans les complexes sédimentaires encaissants.

Parmi les roches filoniennes ayant pris naissance avant le massif granitique, les plus anciennes sont les *porphyrites* et les *porphyres quartzifères* qui constituent un laccolite au milieu des couches algonkiennes entre *Mnišek* et *Davle* et des filons-couches dans l'Algonkien entre *Vrané* et *Zbraslav*. Le magma a dû pénétrer dans les couches algonkiennes lorsque celles-ci n'étaient pas encore plissées et que leurs joints représentaient des plans de moindre résistance. Le laccolite constitué de porphyrites et porphyres quartzifères entre *Mnišek* et *Davle* a été plissé avec les couches algonkiennes. On ne peut rien dire de certain de l'âge de ce corps éruptif et de ses relations avec le foyer magmatique des autres roches.

L'allure des autres roches filoniennes qui se sont formées

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

avant le granite et percent les couches transversalement est bien plus précise. Leurs formes et leurs directions sont adaptées aux systèmes de fissures engendrées par le plissement hercynien. Ces fissures sont représentées en premier lieu par le clivage des roches algonkiennes de direction NNE-SSW dû à la *pression de Jílové* et par les fentes de direction N-S de la région de *Dobříš* et de *Příbram* résultant de la tension et de la fissuration de l'écorce terrestre, phénomènes qui se sont manifestés en même temps que la pression de Jílové. Les fentes de direction NNE-SSW ont été utilisées par les *diabases* qui forment de nombreux filons dans le bassin de la Vltava près de *Štěchovice* et par les diverses roches vertes, les porphyrites et les porphyres quartzifères et les roches aplitiques qui constituent la puissante *zone de Jílové*. Cette zone commence au Nord de *Jílové* et s'étend sur une longueur de 70 km. vers le SSW jusqu'aux environs de *Březnice*. Presque sur tout son parcours elle conserve une largeur constante de 3 1/2 km. et des limites rectilignes. Toutes les roches éruptives de la zone de Jílové sont comprimées et montrent une schistosité de direction NNE-SSW, ce qui prouve que la pression de Jílové a non seulement créé des conditions favorables à l'ascension des masses éruptives, mais a exercé une action pendant et après leur consolidation.

La longueur considérable de la zone de Jílové, ses limites rectilignes et le degré de compression remarquablement constant des roches prouvent que l'emplacement de cette zone correspond à une sorte de déchirure de l'écorce terrestre due à la compression, déchirure qui a été cicatrisée par des venues magmatiques ; il y avait pour ainsi dire des pulsations, la pression devenait tantôt plus faible, tantôt plus forte. De petits massifs de roches éruptives comprimées, tout à fait analogues à la zone de Jílové, se formaient également dans les régions voisines, notamment dans les complexes algonkiens et paléozoïques des îlots métamorphiques de la Bohême centrale.

Les fissures de direction N-S qui s'ouvraient sous l'action de la pression de Jílové dans la région entre *Dobříš* et *Příbram* ont été cicatrisées par le magma. Il se forma deux types de roches : d'une part les *porphyrites et les porphyres quartzifères* qui constituent le petit massif des *Kozí hory* près de *Dobříš*, d'autre part les *diabases*, particulièrement abondantes dans la région de *Příbram*. On a pu constater dans les mines de Příbram que les filons de diabase se relient souvent en profondeur et forment de curieux corps ramifiés.

La *montée des masses granitiques principales* s'est faite au

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

temps où l'action de la pression de Jílové s'affaiblissait de plus en plus pour cesser complètement. Le massif granitique de la Bohême centrale ne fut pas mis en place en une seule fois, mais résulta de *plusieurs intrusions successives de magma* appartenant à divers stades de différenciation. Les éruptions plus anciennes ont éprouvé la pression orogénique, et le magma, en se consolidant, affecta une texture parallèle et parfois même l'aspect de gneiss œillés. Toutefois la plupart des roches qui composent le massif granitique possèdent une texture grenue ou porphyrique et ne montrent pas d'effets de compression. On peut admettre, de façon générale, que la mise en place de la majeure partie du massif granitique de la Bohême centrale a marqué la *fin des phénomènes de pression* liés au plissement hercynien.

Après la consolidation des puissantes masses granitiques, de nombreux petits filons de diorites, minettes, kersantites, porphyres granitiques et syénitiques et aplites sont venus percer le granite. Les filons sont d'ordinaire plus ou moins parallèles entre eux et à peu près perpendiculaires à la schistosité des roches de la zone de Jílové (WNW-ESE). Les dernières manifestations du volcanisme de profondeur se sont traduites par la formation de *filons métallifères* liés génétiquement au massif granitique de la Bohême centrale. Il s'agit principalement de filons de quartz aurifère, puis de filons plombifères et argentifères de la région de *Příbram* et de *Bohutín*.

Disons encore quelques mots de la *forme du massif granitique de la Bohême centrale*. Dans son ensemble, le massif est discordant par rapport aux formations qui l'entourent. Sa limite nord-ouest a un parcours, NE-SW, grossièrement rectiligne ; le massif granitique se trouve ici en contact avec les complexes du Barrandien et s'enfonce sous ces derniers. A l'Est, la ligne qui sépare le massif granitique des gneiss moldanubiens est irrégulière ; à plusieurs endroits les gneiss plongent sous le granite. C'est probablement près de la limite nord-ouest du massif que se trouvait la zone vers laquelle le magma affluait des profondeurs ; pour son ascension, le magma a dû utiliser une ancienne dislocation longitudinale. Cette supposition serait confirmée par le fait que la *diorite quartzifère de Bohutín*, qui est une *apophyse du massif granitique*, pénètre suivant la « Lettenkluft » de Příbram. Vers l'Est, les masses granitiques affectent la *forme d'une langue*. Cette pénétration linguiforme du massif granitique vers la région moldanubienne est mise aussi en évidence par le fait que près de la limite est du massif on observe plusieurs variétés de granite, correspondant à plusieurs venues magma-

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

tiques, disposées l'une au-dessus de l'autre. Une circonstance qui confirmerait aussi la forme en langue du massif granitique entier est la présence d'innombrables filons dans les parties ouest et centrale du massif ; vers l'Est leur quantité diminue, et tout près de la limite orientale on ne trouve presque pas de roches filoniennes dans le massif granitique. Cette répartition irrégulière des filons montre que l'emplacement du foyer magmatique et le lieu où se produisaient les éruptions successives se trouvaient près de la limite occidentale du massif granitique. Au contraire, la partie orientale du massif, constituée probablement par des intrusions horizontales, n'est pas située au-dessus de l'endroit par où arrivait le magma ; et c'est précisément pour cette raison que les roches filoniennes ne peuvent pas être abondantes dans cette région.

Un phénomène tectonique très important du Barrandien est constitué par les *dislocations transversales*. Les nouveaux levés de carte géologique ont montré que ces dislocations, à parcours à peu près perpendiculaire à la direction des couches, existent en très grand nombre dans toute la région. Les complexes du Barrandien sont démembrés en une multitude de tronçons de différente forme et de différente grandeur. Les dislocations transversales sont très variables quant à leur longueur. Certaines peuvent être suivies sur de grandes distances à travers le Barrandien, d'autres ont un caractère local et se perdent dans des complexes plus plastiques, surtout dans les complexes schisteux, ou aboutissent à des dislocations longitudinales. L'allure des dislocations transversales est très différente, et leur âge n'est certainement pas le même. On constate que, dans la règle, elles sont *plus jeunes que les failles inverses longitudinales et les affaissements*, et dérangent ces derniers dans leur parcours. Certaines dislocations transversales sont accompagnées de *vrais affaissements*, d'autres — de surélévations ; des cas de *déplacements horizontaux* sont également connus. Les composantes des mouvements verticaux se sont souvent combinées avec celles des mouvements horizontaux sur les mêmes plans de dislocations transversales.

La *plupart des dislocations transversales ont dû être préétablies* pendant la première phase du plissement hercynien par le fait que les fentes, orientées dans la direction de la pression, se formaient dans les complexes en train de se plisser. Des mouvements s'étaient produits suivant ces dislocations tout de suite après la formation des principales failles longitudinales. Les dislocations transversales du Barrandien ont été engendrées en majeure partie *avant la mise en place du massif granitique de la*

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

Bohême centrale. Les dislocations transversales qui s'observent entre *Beroun* et *Plzeň* ont généralement l'allure d'affaissements, celles qui apparaissent dans les environs de Prague sont accompagnées soit par des surélévations, soit par des déplacements horizontaux. On reconnaît très bien que les complexes du Barrandien ont subi ici un *resserrement dans le sens transversal.* C'est ce qui nous a fait parler, O. Kodym et moi, dans nos travaux antérieurs, de *plissement transversal du Barrandien.* Bien qu'on eût exagéré l'importance de ce *plissement transversal*, il est certain que la tendance à la diminution de l'espace occupé par les couches du Paléozoïque inférieur a existé. Il faut en voir la cause dans l'*inflexion en arc des anciennes séries de la Bohême centrale*, qui changèrent leur direction NE-SW en direction NW-SE. Le synclinal principal du Barrandien s'enfonce à l'Est de Prague sous le Crétacé supérieur; les couches paléozoïques ont un parcours arqué sous le Crétacé et s'étendent vers l'Est jusqu'aux environs de *Pardubice.* Le début de la courbure en arc du synclinal principal s'observe déjà près de Prague, où les couches paléozoïques s'incurvent progressivement et changent leur direction NE-SW en direction ENE-WSW. Et c'est justement là où le synclinal barrandien s'incurve que se sont produits les surélévations et les déplacements horizontaux suivant les dislocations transversales.

L'inflexion en arc du synclinal principal du Barrandien est répétée par toutes les anciennes séries qui apparaissent au Sud de celui-ci, c'est-à-dire par l'Algonkien de l'aile SE du Barrandien, par le Paléozoïque conservé en synclinaux sous forme d'îlots métamorphiques au-dessus du massif granitique de la Bohême centrale et son prolongement, le Paléozoïque des *Železné hory* (Monts de Fer) dans la Bohême orientale, et, enfin, par les séries du Moldanubien. C'est l'*arc varisque* bien connu du *massif de Bohême* dont a déjà parlé Eduard Suess dans son *Antlitz der Erde.*

La cause de tous les phénomènes dus à la pression de Jílové qu'on constate dans l'Algonkien au Sud de Prague, ainsi que de la formation de la faille inverse de Závist doit être cherchée dans l'*inflexion en arc des anciennes séries de la Bohême centrale.* On remarque que les séries se trouvant du côté interne de l'arc varisque de la Bohême centrale ont eu une tendance à se soulever et à chevaucher par-dessus les séries plus externes, c'est-à-dire à occuper un espace plus restreint.

Mais revenons aux dislocations transversales. Elles s'étaient formées pendant le plissement des complexes du Barrandien, et

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

furent encore *plusieurs fois le siège de mouvements*. De nombreuses *dislocations* transversales ayant toutes l'*allure d'affaissements* coupent le massif granitique de la Bohême centrale. Beaucoup d'îlots métamorphiques, restes de manteau sédimentaire, se sont enfoncés dans le granite suivant les dislocations transversales. Les dislocations transversales qui affectent les complexes sédimentaires au milieu desquels se consolida le massif granitique, dislocations qui sont plus jeunes que ce massif, ont été déjà préfixées avant l'intrusion du granite. La répétition des mouvements suivant ces dislocations s'était produite par suite de la *contraction du magma granitique qui se refroidissait*. Lors de sa mise en place, le massif granitique se conduisait vis-à-vis des mouvements orogéniques comme un corps passif. Il ne commença à jouer un rôle tectonique actif que pendant sa consolidation, ce qui se manifesta par la formation de dislocations transversales et l'enfoncement de restes du manteau dans le granite.

La consolidation du massif granitique et la formation des dislocations transversales qui s'ensuivit, furent, en Bohême centrale, les dernières manifestations orogéniques liées au plissement hercynien. Puis commença la *dénudation des chaînes hercyniennes et la sédimentation limnique permocarbonifère*. Les sédiments du Permocarbonifère, qui atteignent une puissance considérable, jusqu'à 1.350 m. au Nord de Slaný, se déposaient en discordance sur les complexes plissés et dénudés du Barrandien ; les aires de sédimentation, préfixées par la tectonique hercynienne, s'affaissaient graduellement. Les sédiments permocarbonifères qui reposent sur les complexes du Barrandien, surtout sur l'Algonkien, n'ont été affectés ni par le plissement hercynien ni par aucun autre plissement plus jeune. Mais ils ont été très disloqués par des *failles ayant le caractère d'affaissements*. On reconnaît à la position de ces failles qu'il s'agit d'un renouvellement de lignes structurales engendrées par les mouvements hercyniens. La plupart des fractures postcarbonifères ont la même orientation que les *failles transversales du Barrandien*. Ce n'est que dans le *bassin houiller de Plzeň* qu'on rencontre plus fréquemment des failles à *orientation longitudinale* NE-SW ou même ENE-WSW. La partie sud du bassin de Plzeň se présente comme un *affaissement compliqué, en gradins*, résultant de dislocations, orientées d'une part comme les failles transversales, et d'autre part comme les failles longitudinales du Barrandien. Les recherches de Ladislav Čepek ont montré que les failles postcarbonifères longitudinales sont plus jeunes

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

que les failles transversales. Elles disloquent même les petits massifs granitiques qui percent l'Algonkien au SW de Plzeň, notamment le massif de *Kladruby* hors des limites de la carte tectonique ci-jointe, et le massif de Merklín.

Les dislocations tectoniques les plus jeunes du Barrandien sont les *failles postcrétacées*. Ces dernières ont de nouveau la direction NW-SE ; on voit donc que les mouvements suivant les fentes et les fractures qui s'étaient formées déjà au temps du plissement hercynien se sont répétés encore bien plus tard.

Si nous passons encore une fois en revue tous les phénomènes qu'on observe dans le Barrandien et les régions avoisinantes, nous constatons que les *lignes tectoniques ont deux directions prédominantes* : la direction sensiblement NE-SW, et la direction perpendiculaire, NW-SE. Dans le passé géologique, ces lignes structurales ont été plusieurs fois le siège de mouvements tectoniques. Les dislocations de direction transversale NW-SE ont reçu, avec le temps, la prédominance sur les dislocations longitudinales de direction NE-SW. Toutefois le sens tectonique de ces deux systèmes se conserve depuis le temps du plissement hercynien jusqu'à nos jours. Il entre en ligne de compte non seulement dans les mouvements tectoniques mais aussi dans les changements paléogéographiques et morphologiques de la surface de la terre.

Il nous reste à envisager encore la *question des nappes de recouvrement* dans le Barrandien. Dans la région du Barrandien proprement dite, on n'a pas constaté de structure en nappes datant du plissement hercynien, mais cela ne veut pas dire qu'elle n'ait pas du tout existé en Bohême. Il existe un chevauchement dans la partie orientale du massif de Bohême où la série moldanubienne a été poussée sur la série morave ; on connaît la signification tectonique du massif gneissique de *Münchberg* (Münchberger Gneissplatte) en Bavière qui est un lambeau de recouvrement formé de cristallin de la Forêt de Bohême nageant, avec le Paléozoïque à faciès barrandien (Hof, Frankenwald), sur le Paléozoïque à faciès saxo-thuringien.

Le Barrandien, l'Algonkien et le Paléozoïque constituent avec le cristallin du Moldanubien une *unité tectonique de premier ordre* poussée sur l'*unité septentrionale* formée par le cristallin des Monts métallifères (Erzgebirge) et le Paléozoïque à faciès saxo-thuringien. La ligne qui correspond à ce chevauchement n'est pas mise à nu en Bohême, et on ne peut que soupçonner son existence sous les formations de couverture. Elle court, probablement du lambeau de gneiss de Münchberg en Bavière

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

quelque part dans la région de l'Ohře (Eger) actuelle, dans le soubassement des formations tertiaires, crétacées et permocarbonifères. Il se pourrait que la diaphtorèse que manifestent les couches les plus anciennes de l'Algonkien de la Bohême (micaschistes et phyllades) dans les environs de Žlutice se trouve en relation avec le chevauchement supposé de l'unité composée de Moldanubien + Barrandien sur l'unité des Monts métallifères + Paléozoïque saxo-thuringien. En Bohême orientale, dans les *Železné hory* (Monts de Fer), le Paléozoïque se présente sous deux faciès : le Paléozoïque à faciès barrandien forme la partie nord des Železné hory dans les environs de *Heřmanův Městec* et de *Vápenný Podol*, et le Paléozoïque à faciès saxo-thuringien, qui apparaît dans la demi-fenêtre entre *Skuteč* et *Hlinsko* entouré dans sa plus grande partie par le cristallin moldanubien s'étendant au SE de la première région paléozoïque. Il est évident qu'ici aussi le Moldanubien + le Paléozoïque à faciès barrandien ont été chevauchés par-dessus le Paléozoïque de l'unité tectonique septentrionale.

J'ai essayé de résumer l'évolution tectonique entière du Barrandien par la table synoptique ci-jointe hors texte n° V.

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

Aperçu de l'évolution tectonique du Barrandien.

QUATERNAIRE	**Pléistocène.**	Terrasses fluviatiles, limons des pentes, loess.			
TERTIAIRE	**Néogène.**	Dépôts fluviatiles.	Éruptions de basalte.	Dénudation et pénéplanisation.	
TERTIAIRE	**Paléogène.**	Dépôts lacustres et fluviatiles (pour la plupart enlevés par la dénudation).		Dislocations postcrétacées ayant l'allure d'affaissements de direction NW SE.	
SECONDAIRE	**Crétacé supérieur.**	⊖ Grès, argiles, marnes, argiles schisteuses, conglomérats (Cénomanien, Turonien, Coniacien).		Retrait de la mer crétacée au début du Sénonien. Transgression de la mer crétacée au Cénomanien.	
SECONDAIRE	**Crétacé inférieur.**	Discordance.		Dénudation et pénéplainisation des chaînes hercyniennes.	
SECONDAIRE	**Jurassique.**	⊖			
SECONDAIRE	**Trias.**	⊖		Dislocations précrétacées et postpermocarbonifères ayant l'allure d'affaissements.	
PRIMAIRE	**Permien.**	Zechstein.			
PRIMAIRE		Rothliegendes. Stéphanien. Westphalien moyen. — Sédiments limniques permo-carbonifères des bassins houillers de la Bohême centrale.			
PRIMAIRE	**Carbonifère.**	Forte discordance. ⊖		Début de la dénudation des chaînes hercyniennes.	
PRIMAIRE				Mouvements orogéniques hercyniens. — IIIe phase. Formation de dislocations transversales postgranitiques ayant l'allure d'affaissements. Fin des pressions orogéniques.	Formation de roches filoniennes postgranitiques et de filons métallifères. Mise en place du massif granitique de la Bohême centrale et d'autres corps granitiques. Plusieurs montées successives de magma au sein du massif granitique de la Bohême centrale ; les plus anciennes ont subi la pression orogéniques.
PRIMAIRE				IIe phase. Formation des dislocations transversales. Compression de la zone de Jilové et formation de la faille inverse de Závist.	Intrusions antégranitiques : zone de Jilové et autres corps analogues plus petits, culot porphyrique de Kozí hory, filons de diabases, compression partielle des roches éruptives.
PRIMAIRE				Ire phase. Formation de quelques affaissements longitudinaux. Plissement des complexes du Barrandien, formation des failles inverses longitudinales, ébauche des dislocations transversales.	Intrusion de filons-couches et de laccolites porphyriques au S de Prague ?
PRIMAIRE	**Dévonien supérieur.**	⊖			
PRIMAIRE	**Dévonien moyen et inférieur.**	Calcaires et schistes.		Retrait de la mer paléozoïque.	
PRIMAIRE				Transitions graduelles.	
PRIMAIRE	**Silurien.**	Schistes et calcaires.	Activité volcanique ininterrompue se manifestant par des épanchements sous-marins et des intrusions hypabyssales de diabases.		
PRIMAIRE		Petite lacune stratigraphique.		Courte émersion du fond marin.	
PRIMAIRE	**Ordovicien.**	Grauwackes, grès, quartzites, schistes, tufs diabasiques et minerais de fer.		Transgression des couches ordoviciennes.	
PRIMAIRE		Lacune stratigraphique.		Dénudation.	
PRIMAIRE	**Cambrien.**	Supérieur. ⊖	Épanchements superficiels de porphyrites et de porphyres quartzifères.		
PRIMAIRE		Moyen — Schistes, conglomérats et grauwackes.		Retrait de la mer cambrienne.	
PRIMAIRE		Inférieur. — Conglomérats et grauwackes.		Transgression des couches cambriennes.	
PROTÉROZOIQUE	**Algonkien.**	Forte discordance.		Forte dénudation.	
PROTÉROZOIQUE		Étage postspilitique avec conglomérats à la base.		Second plissement précambrien.	
PROTÉROZOIQUE		Étage spilitique. — Complexe à spilites proprement dit.	Épanchements sous-marins de spilite.	Premier plissement précambrien.	Mise en place des granites précambriens.
PROTÉROZOIQUE		Étage spilitique. — Complexe à phtanites			
PROTÉROZOIQUE		Étage antéspilitique.			

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

Sur le Trémadocien et sur l'Arénigien inférieur en Bohême

par **Jan Koliha.**

1 Tableau.

En Bohême nous rapportons au Trémadoc les couches de Krušná Hora (dα) dans toute leur étendue. Les couches un peu plus récentes de Komárov (dβ), appartiennent d'après leur contenu paléontologique déjà à l'Arénigien inférieur, Skiddavien.

Trémadocien, couches de Krušná Hora (dα).

En 1914, lorsque le Professeur Klouček réussit à trouver les premiers Trilobites d'un caractère vraiment trémadocien à Olešná, près de Komárov, dans les couches de Krušná Hora (dα), un point de démarcation important fut acquis pour l'exploration de ces couches les plus anciennes de l'Ordovicien du Barrandien.

Jusqu'à cette année on ne connaissait de ces couches que quelques Brachiopodes et des spicules d'Eponges et comme cette faune n'avait pas été étudiée plus en détail, elle ne nous disait rien sur la position stratigraphique. Les géologues tchèques rapportaient le plus souvent ces couches à la base de l'Ordovicien à cause de son caractère transgressif, mais certains auteurs pensaient qu'il fallait les rapporter au Cambrien.

En 1914 commença l'étude intensive des couches de Krušná Hora sous tous leurs aspects. Du point de vue géologique et pétrographique elles ont été étudiées par Andrusov, Hynie, Ketner, Kodym, Matějka, Slavík, Woldřich, Zelenka et autres; du point de vue faunistique et stratigraphique par Klouček, Růžička, Koliha. Ce fut surtout le Professeur Klouček qui, par une étude assidue de plus de vingt ans dans toutes les région du Trémadocien de la Bohême, a contribué le plus au progrès vraiment extraordinaire que montrent indubitablement nos connaissances actuelles de la faune et de la division stratigraphique des couches de Krušná Hora depuis 1914.

Dans l'étude présente je donne un aperçu sommaire, non seulement de l'étude du Trémadocien de la Bohême, telle que je la connais par les travaux publiés, mais aussi d'après mon opinion

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

personnelle actuelle, fondée sur une longue pratique de l'étude de ces couches, et résultant aussi des travaux préparatoires dont je m'occupe pour écrire une monographie de la faune entière du Trémadocien de la Bohême.

Après une dénudation considérable, la transgression de la mer du Trémadocien se fit en Bohême, en partie sur l'Algonkien et en partie sur le Cambrien. Comme le Cambrien supérieur n'a pas encore été démontré par la paléontologie en Bohême, nous ne connaissons pas chez nous le passage ininterrompu du Cambrien supérieur au Trémadocien, comme on le connaît par exemple dans la région scandinavo-anglaise.

Kettner et Klouček divisent les couches de Krušná Hora, le premier au point de vue pétrographique, le second au point de vue paléontologique, en trois étages principaux :

1) l'étage *inférieur*, couches de Třenice, $d\alpha_1$, d'une puissance de 20 à 35 m.

2) l'étage *moyen*, couches de Milina, $d\alpha_2$, 15 à 20 m.

3) l'étage *supérieur*, couches d'Olešná, $d\alpha_3$, 15 m.

Le Trémadocien a donc en Bohême au total une puissance de 50 à 70 mètres.

Le Trémadocien inférieur ($d\alpha_1$),

Là où la base des couches de Krušná Hora est mise à nu, nous observons toujours à la base des conglomérats, dont le caractère, comme aussi celui des grauwackes superposées, est très variable, le plus souvent purement local. Les grauwackes sont normales ou bien développées comme grès grauwackeux à ciment siliceux ou ferrugineux. Souvent ce sont cependant des quartzites grauwackeux très résistants qu'au premier coup d'œil nous ne pouvons pas distinguer des vrais quartzites, par ex. ceux de Drabov. Pour cette raison, presque tous les affleurements de quartzites, surtout dans les environs de Prague, ont été rapportés autrefois aux quartzites de Drabov ($d\delta$), c'est-à-dire au Llandeilo moyen, et ce ne fut que grâce aux découvertes faunistiques qu'on a pu démontrer que certains de ces affleurements sont à rapporter à l'étage de Krušná Hora (Hostivice, Břežany près de Český Brod et autres).

Comme le caractère pétrographique et faunistique des couches $d\alpha_1$ n'est pas uniforme dans les régions où on trouve le Trémadocien en Bohême, nous les décrirons séparément d'après les trois régions qu'on peut bien réunir au point de vue stratigra-

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

phique, mais qui malgré cela montrent des différences faunistiques considérables. Ces différences sont assurément dues en grande partie à l'étude locale encore imparfaite, mais, en outre, nos connaissances très insuffisantes de la migration des faunes et de la paléogéographie de ce temps jouent assurément un rôle considérable. Ces régions sont : A) le Sud-Ouest et l'Ouest du Barrandien ; B) la région de Břežany-Úvaly ; C) les Železné hory (Brloh-Lipoltice, etc., au Sud de Přelouč).

A) La région du Sud-Ouest et de l'Ouest du Barrandien.

1) Immédiatement au-dessus des conglomérats de base et quelquefois déjà dans ces conglomérats, la faune de Brachiopodes caractéristique du $d\alpha_1$ inférieur commence à apparaître et elle est caractérisée dans cette région par l'association suivante :

Obolus (*Lingulobolus*) *feistmanteli* (Barr.)
Lingulella expulsa (Barr.)
Lingulella bukovensis Kol.
Orbiculoidea sodalis (Barr.)
Orbiculoidea sodalis undulosa (Barr.)
Acrotreta minima (Barr.)
Acrotreta grandis (Klou.)

C'est la faune la plus ancienne connue jusqu'à présent du Trémadocien de la Bohême et nous la rencontrons en moyenne dans les premiers trois à six mètres au-dessus de la vraie base de $d\alpha$.

2) Un peu plus élevé, mais dans la même roche, est l'horizon à *Eoorthis kettneri* (Klou.), qui dernièrement encore n'était connu que des éboulis de Jíviňa et de la Cerhovská hora. J'ai trouvé cet horizon à Hostivice, à l'Ouest de Prague, environ 0,5 m. au-dessus du premier.

3) A Jíviňa près de Komárov, Klouček a trouvé un autre horizon avec les formes suivantes :

Obolus (*Mickwitzella*) *barrandei* (Klou.)
Obolus (*Mickwitzella*) *barrandei primus* Kol.
Obolus (*Lingulobolus*) *feistmanteli minor* n. var. [1].
Obolus giganteus n. sp.
Billingsella incola praecedens (Klou.)

La puissance de cet horizon n'a pas encore été établie exactement, elle est au moins de 5 mètres.

1. Forme appelée ainsi provisoirement, citée par Klouček et autres sous le nom *Obolus* cf. *feistmanteli*, petite variété.

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

Les parties les plus récentes de $d\alpha_1$ n'ont pas encore été étudiées suffisamment dans le Sud-Ouest du Barrandien et, pour le moment, cet horizon est donc le dernier niveau connu avec certitude dans cette région (Komárov-Zbiroh).

4) Avec Klouček nous considérons comme partie la plus récente de $d\alpha_1$, l'horizon caractérisé par les espèces :

Obolus (*Westonia*) *lamellosus* (Barr.)
Lingulella arachne (Barr.)
Lingulella variolata (Barr.)

La seule localité connue dans cette région, présentant cette association à *Obolus* récoltée directement à l'affleurement, est à Libečov, à l'Ouest de Prague. Elle s'y trouve dans des grauwackes siliceuses et dans des schistes grauwackeux, environ 12 m. au-dessus du soubassement de $d\alpha$, et forme une zone faunistique d'environ 3 m. de puissance et différenciée de manière qu'à la base l'association des deux Lingulelles prédomine, tandis que dans la partie supérieure elle est représentée presque uniquement par *Ob. lamellosus*. La même association fut trouvée par Klouček aussi à Bukov près de Zbiroh, mais elle n'y fut récoltée que dans des haldes.

B) La région de Břežany-Úvaly, à l'Est de Prague.

Dans cette région se trouve le meilleur affleurement de couches de $d\alpha_1$, à l'extrémité orientale de Břežany près de Český Brod, d'une puissance totale d'environ 28 m. Le profil presque entier, jusqu'à sa partie la plus récente, se compose de quartzites grawackeux très résistants. Malgré des recherches assidues, aucune faune n'y a été découverte jusqu'à présent. Dans la partie moyenne, au contraire, 12 à 16 m. au-dessus de la base, j'ai trouvé quelques intercalations gris foncé à noires, d'une puissance de 2 à 10 cm. seulement, composées de schistes argileux qui ont fourni un grand nombre de fragments de l'espèce *Dictyonema flabelliformis* (Eichw.) et de sa variété *norvegica* Kjerulf, et, en outre, quelques Brachiopodes qui ne peuvent pas être déterminés exactement : *Obolus*, *Lingulella*, *Orbiculoidea*.

C'est la première et jusqu'à présent la seule localité connue de l'horizon à *Dictyonema* dans le Trémadocien de la Bohême et dans toute l'Europe centrale. Au point de vue stratigraphique, il se place dans le toit des deux premiers horizons décrits de la région précédente.

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

Environ 10 m. au-dessus de l'horizon à *Dictyonema*, dans les trois derniers mètres de l'affleurement de Břežany j'ai trouvé dans des grauwackes gréseuses, à grain fin, gris verdâtre clair, une riche faune de Brachiopodes :

Obolus (*Mickwitzella*) *Barrandei* (Klou).
Obolus (*Mickwitzella*) *Barrandei primus* Kol.
Obolus (*Linguloholus*) *feistmanteli minor* n. sp.
Obolus (*Schmidtia*) sp.
Obolus giganteus n. sp.
Lingulella cf. *insons* (Barr.)
Lingulepis sp.
Acrotreta sp.
Orbiculoidea sp.
Billingsella incola praecedens (Klou.)
Eoorthis sp. (3 espèces nouvelles).

Dans cette faune *Obolus Barrandei* prédomine de beaucoup et il y est aussi abondant que l'est *Obolus appolinis* dans les grès à *Obolus* ou *O. silurícus* dans le grès glauconieux en Esthonie. De grandes formes du genre *Eoorthis* sont aussi très abondantes. Quelques exemplaires d'*Eoorthides* atteignent jusqu'à 5 cm. En outre j'y ai récolté quelques exemplaires d'un Brachiopode gigantesque appartenant au genre *Obolus*, ayant plus de 6 cm. de diamètre que j'appelle provisoirement *Ob. giganteus*.

Les couches accessibles aujourd'hui à Břežany se terminent avec cet horizon.

Klouček et moi, nous avons récolté, quelques années auparavant, une faune absolument identique au Sud d'Úvaly dans des grauwackes rouge violacé. Mais à cette localité nous ne l'avions récoltée que dans les haldes extraites de la traverse et du puits d'exploration foncé dans les fouilles de recherche pour découvrir des minerais de fer. Lors de notre visite la traverse et le puits d'exploration n'étaient plus accessibles, et nous n'avons donc pas pu nous assurer de l'allure des roches dans lesquelles nous avons trouvé la faune. La faune seule nous a donc permis de conclure que l'horizon le plus ancien de la traverse longue de 20 m. est cette grauwacke rouge violacé qui contient la faune énumérée de l'affleurement de Břežany.

Outre les grauwackes, nous avons examiné, sur les haldes aussi, des schistes argileux, tendres, rougeâtres, violacés, verts, dans lesquels nous avons trouvé çà et là des Acrotètes, des Orbiculoïdées, des Lingulelles et *Obolus Barrandei*. Ces schistes provenaient probablement du toit des grauwackes. Dans un petit

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

affleurement voisin nous nous sommes assurés que ces schistes forment aussi le mur de l'horizon à Trilobites qu'on rencontre dans les tuffites jaunâtres et blanchâtres avec intercalations de hornfels rougeâtres et qui appartient déjà au Trémadocien moyen ($d\alpha_2$).

C) La région dans les Železné hory.

Sur la première récolte de fossiles trémadociens à Brloh et Lipoltice au Sud de Přelouč, mon attention, et celle de Klouček, fut appelée par le Dr Zelenka et le Prof. Kodym. Puis j'ai étudié cette région pendant plusieurs années, d'abord avec le Prof. Klouček, puis seul.

Nous avons réussi à y déterminer deux horizons faunistiques constants, dans la partie moyenne et dans la partie supérieure de $d\alpha_1$. L'horizon inférieur contient la faune à Trilobites la plus ancienne du Trémadocien de la Bohême, l'horizon supérieur correspond à l'horizon de Libečov dans l'Ouest du Barrandien. Dans un rapport préliminaire (1931) nous avons décrit cette association faunistique de Brloh :

Obolus (*Lingulolobus*) *feistmanteli* (Barr.) n. var., *Obolus* (*Mickwitzella*) *siluricus* (Eichwald), plusieurs nouveaux Orthidés des genres *Eoorthis* et *Billingsella*, *Lingulella insons* (Barr.) n. var., *Lingulepsis* sp. Pour les Trilobites, nous dirons que peut-être deux espèces que nous considérons provisoirement comme affines du genre *Beltella* sont abondantes.

Après des études pour établir des zones, que j'ai exécutées seul à Brloh au cours des deux dernières années, et après une nouvelle étude de la faune dont l'état de conservation n'est pas excellent, je donne la liste corrigée suivante de la faune de l'horizon à Trilobites de Brloh, qui est situé environ 20-22 m. au-dessus des quartzites grauwackeux et conglomérats de base :

Obolus (*Mickwitzella*) *barrandei* (Klou.)
Obolus ? (*Lingulobolus*) *feistmanteli minor* n. var.
Obolus (*Mickwitzella*) cf. *paliatus* (Barr.)
Lingulella wirthi (Barr.)
Lingulella cedens (Barr.)
Lingulepis sp.
Orbiculoidea varians (Barr.)
Acrotreta sp.
Eoorthis bavarica (Barr.)
Eoorthis n. sp. (2 espèces)
Billingsella sp.

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

Les Trilobites récoltés jusqu'à présent dans cette localité et dont on trouve des fragments abondants mélangés à cette faune à Brachiopodes, appartiennent au genre *Bavarilla* BARR., connu jusqu'à présent seulement des environs de Hof dans le Nord de la Bavière. Il s'agit probablement de deux espèces fort rapprochées ou de variétés du genre *Bavarilla*. Les exemplaires les plus petits appartiennent à la forme représentée par Barrande en fig. 35 de la planche de son essai « Faune silurienne des environs de Hof, en Bavière », 1868, les plus grands correspondent aux fig. 36, 37 et 41 et aussi aux exemplaires que j'ai récoltés moi-même à Leimitz, près de Hof.

La parenté observée entre les Trilobites de Brloh et de Hof m'a amené à comparer aussi les deux faunes à Brachiopodes, et à constater entre elles une corrélation étroite. C'est une solution fort intéressante et très importante des problèmes que posait la faune de Brloh, autrefois énigmatique.

Le deuxième horizon faunistique de cette région est celui que j'ai trouvé dans la carrière au Nord de Lipoltice ; sa faune correspond à l'association de Libečov, connue depuis longtemps et que Kloučeк rapporte à la partie la plus jeune de $d\alpha_1$: *Obolus* (*Westonia*) *lamellosus* (BARR.), *Lingulella arachne* (BARR.), *Lingulella variolata* (BARR.). Malheureusement nous ne connaissons ni à Libečov, ni à Lipoltice sa relation avec les horizons inférieurs.

Lors de mes dernières études pour diviser en zones et établir le profil de la région située le long de la route entre Brloh et Pelechov, où, dans un affleurement long d'environ 180 m., mais fort disloqué et compliqué au point de vue tectonique, il y a dans le toit des quartzites grauwackeux et des conglomérats de base une alternance répétée de schistes phyllitiques et grauwackeux variés avec des bancs de quartzites, j'ai réussi à trouver dans le mur de l'horizon à Trilobites, situé également environ 20 m. au-dessus des quartzites de base, une nouvelle faune de Brachiopodes. Les Lingulelles y forment par endroits des amas et lumachelles et sont accompagnées d'Acrotrètes et d'Orbiculoïdées. L'état de conservation, très mauvais, ne permet pas leur détermination exacte. Cependant je peux dire que cette faune n'a été trouvée jusqu'à présent nulle part en dehors de cette région dans le Trémadocien de la Bohême. Dans un rapport préliminaire (1931), Kloučeк et moi, nous parlons de la découverte du terme inférieur de $d\alpha_1$ avec la faune suivante : *Obolus* (*Lingulolobus*) *feistmanteli* (BARR.), *Lingulella expulsa* (BARR.), etc., dans la localité appelée « Němcova skála » près de Lipoltice.

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

Lors de ma révision de cette faune j'ai cependant constaté que cette détermination de Brachiopodes mal conservés n'est pas correcte et qu'il s'agit d'une faune identique à celle de cette coupe. Dans cette région, nous ne connaissons donc pas encore une faune caractérisant $d\alpha_1$ inférieur.

Environ 2 m. au-dessus de l'horizon à Trilobites j'ai trouvé, dans la même coupe, un banc de schistes violet foncé avec une faune qui rappelle beaucoup l'association : *Obolus* (*Mickwitzella*) *Barrandei primus* Kol. et *Billingsella incola praecedens* (Klou.). Cet horizon correspondrait donc à l'horizon de Klouček avec les mêmes Brachiopodes, à Jívina près de Komárov, que dans le précédent j'ai désigné comme troisième horizon. Il serait donc possible de rapporter l'horizon à Trilobites de Brloh aux termes supérieurs de $d\alpha_1$.

Les zones plus élevées du Trémadocien n'ont pas encore été déterminées dans cette région.

Le Trémadocien moyen ($d\alpha_2$).

Les couches que nous plaçons en $d\alpha_2$ ne sont connues jusqu'à présent que du Sud-Ouest du Barrandien et d'Úvaly à l'Est de Prague. Ce sont différentes grauwackes à la base avec des intercalations de quartzites, puis différentes hornfels dans la partie moyenne, à Úvaly des tuffites et des hornfels, et dans la partie supérieure de nouveau des grauwakes. Cette différence pétrographique indique déjà une tripartition de $d\alpha_2$, qui se traduit aussi dans la faune.

1) La partie inférieure encore peu étudiée de $d\alpha_2$ n'a fourni que des restes de Brachiopodes, à savoir, des Acrotètes, des Orbiculoïdées, des Lingulelles et rarement *Obolus* cf. *complexus* Barr.

2) La partie moyenne contient au contraire une riche faune de Brachiopodes et surtout de Trilobites, découverte par Klouček à Olešná en 1914, à Úvaly en 1921 et à Holoubkov-Ouzký en 1924.

Je donne ci-dessous séparément les listes des faunes de ces trois localités ; Olešná et Holoubkov sont situées dans le Sud-Ouest du Barrandien, distantes l'une de l'autre de 10 km. environ ; Úvaly appartient à la région orientale du Trémadocien de de la Bohême. Cela fait mieux ressortir les différences faunistiques entre ces localités.

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

OUZKÝ, près de Holoubkov (Klouček, Růžička, Koliha).

Obolus cf. *kloučeki* Kol.
Obolus (*Lingulolobus*) cf. *feismanteli* (Barr.)
Obolus (*Mickwitzella*) cf. *barrandei* (Klou.)
Obolus compeexus Barr.
Lingulella insons (Barr.)
Micromitra (*Iphidella*) *walcotti* Růž.
Kutorgina Kolihai Růž.
Orbiculoidea sodalis undulosa (Barr.)
Siphonotreta krafti Růž.
Siphonotreta simulans Růž.
Acrotreta grandis Klou.
Billingsella incola (Barr.)
Billingsella grimmi (Barr.)
Orthis soror Barr.
Orthis potens Barr.
Clisospira sp.
Conularia sp.
Sphaeronites crateriformis Růž.
Sphaeronites batheri Růž.
Euloma granulatum Růž.
Eulomina mitratum Růž.
Apatocephalus sp.
Holubia bohemica Klou.
Olenus sp.
Niobe ferrigena Růž.
Nileus holoubkovensis Růž.
Symphysurus behemicus Klou.
Megalaspis sp.
Cyrtometopus bohemicus Růž.
Lichas kloučeki Růž.

OLEŠNÁ (Klouček, Růžička).

Obolus (*Mickwitzella*) *Barrandei* (Klou.)
Obolus cf. *complexus* Barr.
Lingulella insons (Barr.)
Orbiculoidea sodalis undulosa (Barr.)
Acrotreta minima (Barr.)
Billingsella incola (Barr.)
Conularia sp.
Agnostus cf. *bavaricus* Barr.
Apatocephalus cf. *serratus* Sars et Boeck.)
Euloma cf. *ornatum* Ang
Harpides sp.
Orometopus aff. *olatifrons* (Ang.)

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

Orometopus aff. *praenuntius* (Salter)
Nileus sp.
Symphysurus bohemicus Klou.
Niobe sp.
Megalaspis sp.
Asaphellus sp.
Dicellocephalina ulrichi Růž.
Cyrtometopus olešnäensis Růž.
Cheirurus sp.
Amhion sp.
Lichas sp.
Cystidées et spicules d'Eponges.

ÚVALY (Klouček, Koliha).

Lingulella cf. *insons* (Barr.)
Lingulella cf. *ordovicensis* Mob. et Seg.
Acrotreta minima (Barr.)
Billingsella incola (Barr.)
Agnostus cf. *bavaricus* Barr.
Agnostus sp.
Holubia bohemica Klou.
Paraholinella sp.
Euloma cf. *geinitzi* (Barr.)
Harpides cf. *rugosus* Sars et Boeck.
Ceratopyge cf. *forficula* Sars
Apatocephalus cf. *serratus* (Sars et Boeck)
Niobe cf. *insignis* (Linrs.)
Niobe cf. *wirthi* (Barr.)
Niobe sp.
Nileus sp.
Symphysurus bohemicus Klou.
Cyrtometopus sp.
Cheirurus cf. *discretus* Barr.
Amphion sp.

Ces trois localités appartiennent sans contredit au vrai Trémadocien, mais pas au même horizon. La faune d'Uvaly semble être la plus ancienne. C'est le représentant le plus typique de l'association *Euloma-Ceratopyge* de la Scandinavie. Ces deux genres sont les Trilobites les plus abondants à Úvaly. De plus il est fort intéressant de constater, que certains Trilobites d'Úvaly sont ou identiques ou au moins très rapprochés de certaines espèces des couches de Leimitz près de Hof.

La faune d'*Olešná* se distingue de celle d'Úvaly surtout par l'absence du genre *Ceratopyge* et par la présence relativement

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

rare des genres *Euloma* et *Agnostus*. A Úvaly, par contre, les genres *Orometopus* et *Dicellocephalina* d'Olešná n'ont pas encore été récoltés. Je regarde la faune d'Olešná comme étant un peu plus jeune que celle d'Uvaly.

La faune d'*Ouzky* près de Holoubkov est, d'après son caractère, la faune à Trilobites la plus récente du Trémadocien de la Bohême. Elle a été rapportée à $d\alpha_2$, mais c'est assez problématique. C'est surtout l'abondance plus grande du genre *Obolus complexus* Barr., et cela sous une forme connue jusqu'à présent seulement de $d\beta$, et la présence de l'espèce *Obolus kloučeki* Kol. connue jusqu'à présent seulement de $d\alpha_3$, qui donnent cette idée. Un trait spécial de la faune d'Ouzký est l'abondance des *Cystideae*. *Obolus* (*Lingulolobus*) cf. *feistmanteli* (Barr.) cité de cette localité est en toute probabilité mal déterminé, comme l'a dit Růžička en 1927.

Une nouvelle étude comparative de la faune entière du Trémadocien de la Bohême, qui est très nécessaire, donnera assurément plus de certitude aussi au point de vue biostratigraphique.

Rien de précis ne peut être dit de la provenance de l'exemplaire unique et original de l'espèce *Harpides grimmi* Barr., de Barrande, qui fut récolté sur les haldes d'un puits d'exploration pour trouver des minerais de fer quelque part aux environs de Sv. Jakub, près de Mirošov ; Barrande le reçut sans qu'aucune faune l'accompagne, à une époque où le puits avait déjà été comblé. Klouček avait sans doute raison de rapporter ce spécimen à $d\alpha_2$ car le genre *Harpides* a aussi été récolté plus tard à Úvaly et Olešná.

3) L'horizon le plus élevé de $d\alpha_2$ n'est connu que d'Olešná et de Miliña près de Komárov et il est caractérisé par l'abondance de l'espèce *Billingsella slavíki* (Klou.).

Le Trémadocien supérieur ($d\alpha_3$).

Nous ne le connaissons jusqu'à présent que du Sud-Ouest du Barrandien. C'est un ensemble de différents schistes grauwackeux et argileux qui, vers le toit, passent insensiblement aux schistes de l'étage plus élevé — des couches de Komárov ($d\beta$). Leur puissance totale est de 15 mètres et ils ont fourni la faune suivante :

Obolus complexus Barr. en deux var.
Obolus kloučeki Kol.
Lingulella insons (Barr.)

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

Lingulella insons lata Kol.
Orbiculoidea sodalis undulosa (Barr.)
Acroteta minima (Barr.)
Billingsella cf. *Slaviki* (Klou)
Spicules d'éponges.

Le fossile caractéristique de ces couches les plus récentes de d_2 est *Obolus complexus* Barr. qui y est très abondant et très variable. Il fut aussi représenté pour la première fois de ces couches, par Barrande. Aucune récolte de cet *Obulus* dans les couches plus anciennes ne fournit la forme typique. Son développement ne commence que dans ces couches et il continue jusqu'aux couches de Komárov ($d\beta$). La seule exception est sa présence dans la faune à Trilobites et Holoubkov (Ouzký), qui cependant ne fut récolté que sur les haldes des anciens puits de minerais de fer ; comme nous l'avons déjà dit, la position stratigraphique de cette faune est donc incertaine. Avec cette espèce, *Lingulella insons* (Barr.) et *Orbiculoidea sodalis undulosa* (Barr.) continuent aussi dans les couches de Komárov.

Remarques comparatives.

La région Baltique orientale et de la Pologne centrale.

Le Trémadocien à l'Est de Prague présente deux horizons qui m'ont amené, il y a déjà plusieurs années, à comparer le Trémadocien de la Bohême avec la région de la Baltique orientale (*Faciès baltico-polonais de l'Ordovicien inférieur en Bohême*, *1926*). Ce sont surtout l'horizon à *Dictyonema* à Břežany et l'horizon des grauwackes gréseuses avec surabondance de l'espèce *Obolus barrandei* Klou, un *Obolus* qui est de la plus grande importance pour la stratigraphie du Trémadocien en Europe centrale. Dans l'étude citée plus haut, j'ai rapporté cet *Obolus* à l'espèce baltique *Obolus* (*Mickwitzella*) *siluricus* Eichw., en remarquant que s'il ne lui est pas identique, il en est du moins très rapproché. Et vraiment il forme avec lui un groupe fort bien caractérisé d'*Obolus* qui se limite à la partie inférieure et moyenne du Trémadocien. A cause de la grande ressemblance des deux espèces, je me suis servi dans cette étude et dans des autres du nom *Ob. siluricus* pour les deux, tout comme le fait aussi Klouček. Aujourd'hui, ayant à ma disposition des riches matériaux nouveaux de ce fossile, je sépare les deux formes et je vois en *Ob. barrandei* le représentant de l'espèce baltique *Ob. siluricus* dans le Trémadocien de la Bohême et, comme nous le verrons

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

encore, aussi dans le Trémadocien allemand. Cependant les deux formes sont très rapprochées l'une de l'autre et on peut donc parler d'une représentation mutuelle du groupe *siluricus-barrandei*, car les deux ont aussi la même valeur stratigraphique. En Bohême et en Allemagne tout comme en Esthonie et en Pologne *Ob. barrandei* se trouve principalement dans le Trémadocien inférieur où il forme des horizons caractéristiques. En Bohême il forme un horizon typique dans les assises moyennes de $d\alpha_1$, c'est-à-dire dans le terme moyen du Trémadocien inférieur, où il se trouve en masse ou sous sa forme typique ou sous sa variété *primus*. Vers le toit il devient plus rare et il a son dernier représentant dans le Trémadocien moyen avec la faune à Trilobites *Euloma-Ceratopyge*. Il en est de même pour l'espèce *Ob. siluricus* dans la Baltique orientale. Il est abondant dans les grès glauconieux du Trémadocien inférieur et disparaît peu à peu vers le toit.

Si nous considérons ainsi les grauwackes à *Ob. barrandei* de Bohême comme équivalents des grès glauconieux à *Ob. siluricus* de la Baltique orientale et de la Pologne centrale, nous pouvons assurément mettre en parallèle les puissantes couches de quartzites grauwackeux avec l'horizon à *Dictyonema* de la région orientale de la Bohême et les grauwackes à *Ob.* (*Lingulobolus*) *feistmanteli* et à *Lingulella expulsa* de l'Ouest et du Sud-Ouest du Barrandien avec les grès à *Obolus* (*Ob. appolinis*) et avec la zone à *Dictyonema* du Trémadocien de la Baltique orientale. Je renvoie à mon étude citée ci-dessus, où ce parallélisme est discuté plus en détail.

Il faut encore parler d'un trait spécial de la faune du Trémadocien de la Bohême. C'est l'abondance extraordinaire des différents Orthidés qui représentent une part essentielle des faunes, surtout dans les horizons inférieurs. Ils n'ont été trouvés jusqu'à présent ni dans le Trémadocien de la Baltique ni ailleurs en Europe.

Les couches plus récentes du Trémadocien ne sont pas connues dans la région de la Baltique orientale. Ce n'est que sur l'Oeland et en Dalarne que des couches avec une faune à *Ceratopyge* typique reposent sur le grès glauconieux à *Ob. siluricus*.

Dans la région trémadocienne de la *Pologne centrale*, à Miedzygórze, des grès glauconieux à *Ob. siluricus*, *Ob. walcotti*, etc., correspondent aux grauwackes du Trémadocien inférieur à *Od. barrandei*; les calcaires, à Bukówka, et, à Miedzygórze et Lenarczyce, les grès glauconieux supérieurs à *Ob. siluricus* et Trilobites correspondent au Trémadocien moyen de la Bohême.

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

Allemagne.

La localité, classique par sa faune à Trilobites du Trémadocien, de *Leimitz* près de Hof dans le Nord de la Bavière, est connue déjà depuis le milieu du siècle dernier. Jusqu'en 1914, où l'on découvrit des Trilobites d'âge trémadocien à Olešná en Bohême, cette localité était la seule en Europe centrale, et il n'y a pas longtemps que c'était aussi la seule localité dont la faune eut été décrite systématiquement, et cela par Barrande (*Faune silurienne des environs de Hof en Bavière*, *1868*). Plus tard, Pompeckj avait l'intention de faire une révision élargie de la faune entière de Hof d'après les riches matériaux des nouvelles récoltes. Malheureusement, il n'a pas réalisé son intention, et ainsi il ne publia en 1896 qu'une description de la faune d'une nouvelle localité : Schellenberg, non loin de la gare de Neuhof (*Ein neuentdecktes Vorkommen von Tremadok-Fossilien bei Hof*). Il y donna aussi une révision partielle des genres et espèces de la faune connue auparavant et démontra les relations entre les Trilobites de Hof et ceux des autres régions du Trémadocien. En même temps il fit allusion à l'enrichissement considérable de la faune à Trilobites par des nouvelles récoltes importantes (p. ex. les genres *Symphysurus*, *Ceratopyge*, etc.). C'était pour ce temps la fin de l'étude du Trémadocien à Hof. Il est bien à regretter qu'on n'ait pas déterminé à Hof les différents horizons faunistiques dans les couches à Trilobites aussi bien que dans leur mur. Lors de mes deux courtes visites de la localité de Leimitz j'ai acquis la conviction qu'il y en a plusieurs.

Pompeckj mentionne que dans la faune de *Schellenberg* le genre *Bavarilla* prédomine et qu'il est accompagné des genres *Niobe* et *Dicellocephalus*, mais que les représentants des genres *Olenus* et *Euloma*, si fréquents à Leimitz, font absolument défaut. Une autre observation importante de Pompeckj est qu'à Leimitz les Trilobites l'emportent considérablement sur les Brachiopodes, tandis qu'à Schellenberg ce sont les Brachiopodes qui prédominent et représentent la plus grande partie de la faune. Comme il s'agit dans les deux cas du même faciès stratigraphique, je voudrais expliquer cette différence par le fait que la faune de Schellenberg appartient à un horizon inférieur des couches de Leimitz et que l'autre faune à Trilobites, surtout avec les genres *Euloma* et *Ceratopyge*, appartient à un horizon plus élevé dans lequel les Brachiopodes s'effacent distinctement. Les récoltes non zonées de Leimitz montrent naturellement une faune

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

mixte de deux ou peut-être de plusieurs horizons. Peut-être ne s'agit-il cependant que d'une faune de signification purement locale.

Mais il est assurément intéressant de rencontrer aussi des conditions analogues en Bohême, dans la région orientale. La localité à Trilobites de Brloh contient, comme je l'ai déjà dit, de nombreux Brachiopodes : Oboles, Lingulelles, Orbiculoïdées, Acrotrètes et Orthides, qui en majeure partie rappellent beaucoup les Brachiopodes des couches de Leimitz près de Hof : *Obolus paliatus*, *Lingulella wirthi*, *L. cedens*, *Orbiculoidea varians*, *Eoorthis bavarica*, *Obolus barrandei*—(j'ai découvert cette dernière espèce moi-même dans les matériaux fossiles de Leimitz dans les collections de l'Alte Akademie à Munich). Ils sont accompagnés par une faune à Trilobites, pauvre en espèces mais riche en individus. Parmi eux le genre *Bavarilla* prédomine. Au point de vue stratigraphique la faune de Brloh rentre dans la partie supérieure du Trémadocien inférieur ($d\alpha_1$). La faune à Trilobites d'Úvaly rentre alors dans la partie inférieure du Trémadocien moyen ($d\alpha_2$), Les Brachiopodes y jouent un rôle plus effacé tandis que les Trilobites prédominent. Parmi eux les espèces les plus abondantes rappellent beaucoup celles de Leimitz : *Euloma* cf. *geinitzi*, *Agnostus* cf. *bavaricus*, *Niobe* cf. *wirthi*, *Cheirurus* cf. *discretus*, puis le genre commun *Ceratopyge*. Mais *Bavarilla* n'y a pas encore été récolté. La faune de Brloh, qui est plus ancienne, ressemble donc à la faune de Schellenberg et la faune d'Úvaly à un horizon supérieur, soupçonné seulement, jusqu'à présent, dans les couches de Leimitz et caractérisé par les genres *Euloma* et *Ceratopyge*.

Les deux autres faunes à Trilobites de la Bohême : Olešná et Ouzký près de Holoubkov, ne correspondent par leur faune aux couches de Leimitz qu'à un point de vue général, c'est-à-dire qu'elles n'ont en commun que quelques genres de Trilobites trémadociens. Il est fort remarquable que le caractère de la faune de Leimitz ne se retrouve en Bohême que dans la région orientale, tandis que dans la région du Sud-Ouest la faune a un caractère assez différent.

Le fait que le genre *Bavarilla* se trouve aussi en Bohême et y est abondant est très important pour la répartition de ce genre. Jusqu'à présent il fut limité à la localité de Leimitz et rapproché du genre *Neseuretus* de Hicks, venant de couches placées dans le Trémadocien du pays de Galles. On croyait donc que le genre *Bavarilla* appartenait au groupe anglais de la faune trémadocienne. Cependant les auteurs anglais J. Pringle, C. J. Stubblefield,

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

F. R. C. Reed, etc. ont démontré que les « *Neseuretus* Beds » de Hicks appartiennent à l'Arénigien inférieur et le genre *Neseuretus* au genre *Synhomalonotus*. Ainsi le genre *Bavarilla* est un Trilobite caractéristique seulement du Trémadocien de l'Europe centrale.

Exceptée la localité de Leimitz, l'étude du Trémadocien en Allemagne est encore à ses débuts. Ce n'est que tout récemment, sous l'influence des nouvelles recherches en Bohème, que les géologues allemands ont commencé à s'occuper de la faune à Brachiopodes récoltés dans les grauwackes et quartzites dans différentes localités de la Thuringe et de la Saxe. J'ai pu examiner une grande partie de ces récoltes, le plus souvent dues au hasard, qui m'ont été envoyées par différents Instituts pour les déterminer. On s'est servi de mes opinions, directement ou indirectement, dans plusieurs publications dues à von Gaertner, Schwarzbach, Bubnow, etc. Je résume donc brièvement mon opinion concernant cette faune récoltée toujours dans le Trémadocien inférieur, comme nous le connaissons en Bohême. Il s'agit de différents quartzites et grauwackes qui contiennent des Brachiopodes du groupe *Obolus*, rappelant ou *Obolus* (*Mickwitzella*) *barrandei* — Siegmundsburg près de Steinheid dans la Thuringe, ou la faune de l'horizon de Libečov dans le terme supérieur de d_{2_1} : *Obolus lamellosus*, *Lingulella arachne*, *Lingulella variolata* — quartzite de Dubrau dans l'Est de la Saxe, quartzites des localités au Sud-Est de Leipzig. Je voudrais mentionner que l'état de conservation fort mauvais de ces fossiles et l'insuffisance des récoltes ne m'ont pas permis leur appréciation exacte, et que je n'ai donc établi ces parallélismes que d'après le caractère général de la faune, d'après les riches matériaux comparatifs de Brachiopodes d'état de conservation différent déposés dans les collections du Musée National à Prague.

*
* *

Une comparaison avec les régions trémadociennes de l'Angleterre, de la Scandinavie et du Sud de la France, n'est possible que dans les grandes lignes, car le développement y était tout différent. Ces régions n'ont pas les différents horizons à Brachiopodes, si caractéristiques en Bohême et dans la Baltique orientale. D'autre part, nous n'avons pas trouvé jusqu'à présent dans le Trémadocien de la Bohême les Graptolites si importants pour la stratigraphie et qui, surtout en Angleterre, en Norvège et en Suède, sont caractéristiques surtout des hori-

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

zons inférieurs du Trémadocien. Il n'y a donc que le fait que de nombreux genres de Trilobites caractérisant le Trémadocien sont identiques. Cependant le genre trémadocien important, *Shumardia*, n'a encore été récolté ni en Bohême ni à Hof.

L'Arénigien inférieur, les couches de Komârov (Dβ).

Jusqu'à présent les zones de dβ n'ont pas encore été établies en détail, quoique dans les dernières années un gros effort ait été accompli à cet égard par le Prof. Klouček, surtout dans la région entre Plzenec et Zbiroh, où les roches prédominantes sont des schistes « à Euloma » et où on peut suivre distinctement la continuation ininterrompue de la sédimentation des couches de la Krušná hora dans le mur. Dans les autres régions de dβ, dans la partie centrale et septentrionale du Barrandien, on trouve surtout les diabases et leurs tufs et des gîtes de minerais de fer. On n'y connaît qu'un petit nombre de lits faunistiques dont la relation mutuelle et l'identité avec les horizons de la région schisteuse n'ont pas encore été établies.

Il va sans dire que le changement de la faune au cours de la sédimentation ininterrompue du dα supérieur au dβ n'est pas subit. Quelques fossiles continuent de $d\alpha_3$ à dβ presque jusqu'à la moitié de la puissance entière des schistes à *Euloma* : *Obolus complexus* Barr., *Lingulella insons* (Barr.), *Orbiculoidea sodalis undulosa* (Barr.). Cependant je ne soutiens plus aujourd'hui mon opinion de 1926 concernant la réunion de $d\alpha_3$ et dβ. Car le début de l'apparition d'une nouvelle faune plus récente est plus décisif pour fixer la limite faunistique entre deux étages que la disparition lente de la faune plus ancienne dans les couches plus récentes. Ce début d'une nouvelle faune est marqué aussi bien dans la coupe de Kloučekà Sv. Štěpán, près de Mýtov, qu'ailleurs par l'apparition d'une association importante de deux Lingulelles, *Lingulella rugosa* (Barr.) et *L. sulcata* (Barr.), qui se trouvent alors ensemble dans l'assise presque entière des schistes à *Euloma* de la région schisteuse de l'étage dβ. Espérons que la continuation des études montrera bientôt ce qui se passe dans la région éruptive et métallifère de dβ. A cette faune à Brachiopodes : *Obolus complexus* Barr., type et variété nouvelle, *Lingulella insons* (Barr.) n. var., *Lingulella sulcata* (Barr.), *L. rugosa* (Barr.) et *Orbiculoidea sodalis undulosa* (Barr.) s'ajoute dans les assises supérieures bientôt *Tetragraptus bigsbyi* (Hall.), puis, plus haut, la faune à *Trilobites* connue de Holub

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

(1911, 1912), récoltée à Klabava avec *Phyllograptus angustifolius* Hall. (Bouček, 1933), *Tetragraptus bigsbyi* (Hall.), plusieurs nouveaux *Obolides*, les représentants les plus anciens du genre *Orthoceras* en Bohême, *Conularia* cf. *robusta*, etc. Cette faune suffit déjà pour nous permettre de rapporter les couches $d\beta$ à l'Arénigien inférieur = Skiddavien. Ce sont surtout les Graptolites *Tetragraptus bigsbyi* (Hall.), *Phyllograptus angustifolius* Hall. et *Hologràptus expansus* Holm. (Bouček, 1933) qui nous donnent le droit de faire ainsi. Parmi les Trilobites ce sont les genres *Asaphellus*, *Barrandia*, *Megalaspides*, *Aspidaeglina* qui représentent des types arénigiens prononcés. Les espèces *Euloma bohemicus* Holub et *Euloma inexpectatum* Holub sont à étudier de nouveau. Il est sûr qu'ils n'appartiennent pas aux *Euloma* caractéristiques du Trémadocien. Actuellement, on ne connaît des types analogues d'aucune faune trémadocienne ou arénigienne de l'Europe. Ainsi la faune à Trilobites de la Klabava est jusqu'à présent sans analogies dans les autres régions.

Dans les années 1910 à 1912, pendant lesquelles cette faune intéressante de Klabava fut découverte et décrite par Holub, on ne savait rien des faunes anciennes à Trilobites de $d\alpha$. Ainsi cette faune fut rapportée au niveau de la faune *Euloma-Niobe* dans le sens de Brögger, on lui attribua donc un âge trémadocien. Mais la présence des Graptolites énumérés ci-dessus et le caractère de tous les autres fossiles indiquent qu'elle appartient à l'Arénigien inférieur.

Dans la même localité Klouček réussit à trouver un fragment de *Dalmanitina* qui est très voisin de *Dalmanitina atava* (Barr.), Trilobite commun dans les couches plus récentes ($d\gamma$). Dans les collections du Musée National et dans celles du Musée municipal de Rokycany il y a de nombreux fragments et hypostomes du genre *Asaphellus*, d'une espèce très rapprochée d'*Asaphellus desideratus* (Barr.), trilobite typique de couches d'Osek et de Kvaň ($d\gamma$).

Il y aurait donc au moins *deux horizons faunistiques* dans la localité de la *Klabava*. L'un plus ancien, à *Euloma*, et l'autre plus récent, avec *Asaphellus* et *Dalmanitina*. Une nouvelle étude de cette localité est nécessaire.

A cet horizon le plus élevé de la Klabava, on peut rapporter la faune trouvée en 1914 par Želízko à Plzenec, à la localité « U Blažeje »; Želizkoy trouva et décrivit, en 1921, *Asaphellus bohemicus* Žel., *Asaphellus insignis* Žel., *Ptychocheilus* sp., *Acrothele* sp., *Orthoceras tenuis* Žel., quelques espèces de *Lingulella* et *Conularia* et des nombreux Graptolites. Parmi ceux-ci,

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

le plus abondant est *Hologràptus expansus* Holm (Bouček, 1933), puis ont été récoltés *Didymograptus bohemicus* Bouč. et *Tetagraptus quadribrachiatus* Hall. *Asaphellus bohemicus* Žel. et *insignis* Žel. sont très rapprochés de l'espèce *Asaphellus desideratus* (Barr.) des couches $d\gamma$.

Parmi les horizons plus récents, établis provisoirement par Kloučeк, en $d\beta$, il faut mentionner : l'horizon à *Orthis desiderata* Barr., l'horizon à *Orthis nocturna* Barr. et enfin l'horizon le plus récent, avec l'association *Obolus complexus* Klou. et *Paterula prima* Klou.

Jusqu'à présent nous avons donc en $d\beta$ les horizons suivants, de bas en haut :

1) *Lingulella sulcata* (Barr.), *L. rugosa* (Barr.), *L. insons* (Barr.) var., *Obolus complexus* Barr. n. var., *Orbiculoidea sodalis undulosa* (Barr.).

2) L'horizon à Trilobites inférieur de la Klabava ; *Euloma bohemicum* Hol., *Euloma inexpectatum* Hol., *Nileus pater* Hol., *Megalaspides cuspidatus* Hol., *Ptychocheilus decoratus* Hol., *Aspidaeglina miranda* Hol., *Tetragraptus bigsbyi* (Hall.), *Phyllograptus angustifolius* Hall., etc.

3) L'horizon à Trilobites supérieur de la Klabava et l'horizon à Trilobites de Želízko à Plzenec « UBlažeje », avec *Asaphellus* cf. *desideratus* (Barr.), *Asaphellus bohemicus* Žel., *As. insignis* Žel., *Dalmanitina* cf. *atava* (Barr.), *Hologràptus expansus* Holm.

4) *Orthis desiderata* Barr.

5) *Orthis nocturna* Barr.

6) *Obolus complexus punctatus* Klou. *Paterula prima* Klou.

Musée National, Barrandeum, à Prague. Juin 1937.

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

La pétrologie du pluton de la Bohême centrale [1]

par **Alexandr Orlov.**

Aperçu général.

A peu près au centre du massif de Bohême s'étend un grand complexe — environ 4000 km² de superficie — de roches éruptives de profondeur, connu sous le nom de « Pluton de la Bohême centrale ». Son bord nord-est est éloigné de 15-20 km. de Prague (Říčany, Jílové), son bord sud, entre les villes Tábor-Písek-Klatovy, se trouve à 100-140 km. au Sud de Prague.

Le bord nord-ouest du massif de la Bohême centrale a, *grosso modo*, un parcours assez rectiligne, SW-NE. Presque sur toute sa longueur il se trouve en contact avec les schistes algonkiens.

A l'Est et au Sud, le massif de roches plutoniques est en contact direct avec les terrains gneissiques. Sa limite orientale court à peu près dans la direction N-S. Sa limite sud est tout à fait irrégulière et une multitude de petits îlots de granodiorite, prolongement du massif éruptif, apparaissent dans les terrains gneissiques environnants.

Le massif plutonique de la Bohême centrale a été mis en place pendant le plissement varisque, probablement entre le Dévonien et le début du Carbonifère.

Au sein du massif éruptif, on observe, à plusieurs endroits, des complexes plus ou moins grands (« îlots ») de roches sédimentaires représentant les restes de l'enveloppe qui entourait autrefois le batolite. Ces roches sédimentaires sont d'âge algonkien ou paléozoïque inférieur. Au point de vue pétrographique, ce sont des schistes argileux métamorphisés par contact, des calcaires, des erlanfels, des quartzites, etc.

Une bande de roches éruptives (surtout filoniennes), fortement transformées par le métamorphisme dynamique et accompagnées par endroits de schistes algonkiens métamorphisés, occupe une place à part dans la structure générale du massif éruptif de la Bohême centrale. Cette bande — appelé zone de Jílové — s'étend, dans sa plus grande partie, à l'intérieur du massif éruptif parallèlement à sa limite NW, c'est-à-dire dans la direction SW-

1. Traduit du tchèque par Mme Valentine Andrusov.

3 juin 1938. Bull. Soc. Géol. Fr. (5), VII. — 32

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

NE sur une longueur de 60 km. Cette zone a subi une pression particulièrement intense. Les limites du pluton ont été déterminées en partie par la tectonique qui existait avant l'intrusion des masses magmatiques et en partie par l'allure tectonique des processus qui ont eu lieu pendant le plissement varisque. Certaines questions ayant trait à la position géologique du batolite dans le massif de Bohême ont été examinées dans les articles de R. Kettner [1], de Fr. E. Suess [2] et dans le compte rendu général de F. Ulrich [3]. Plus loin, je dirai quelques mots de l'influence qu'ont eu la structure tectonique de la région et les phénomènes orogéniques sur l'allure pétrographique proprement dite du massif éruptif de la Bohême centrale.

On constate qu'à l'intérieur du massif le caractère pétrographique des roches éruptives est extrêmement varié et complexe. Le massif éruptif entier était appelé jusqu'à maintenant « massif granitique de la Bohême centrale ». Toutefois ce mot « granitique » pourrait faire croire que sa composition est assez homogène et monotone, ce qui n'est pas le cas. En réalité, les roches granitiques ne constituent qu'un peu plus du quart de la masse générale des roches éruptives. Les autres roches sont représentées par différentes espèces dé granodiorites, de diorites, de gabbros et de syénites. Et c'est justement à cause de cette diversité des types pétrographiques que j'ai proposé de remplacer l'ancien nom avec attribut « granitique » par un nom plus général : « le pluton de la Bohême centrale ».

Dans mon étude récente, j'ai donné un aperçu des types de roches qui se rencontrent dans notre massif [4]. Les analyses chimiques et les études microscopiques montrent que les phénomènes de différenciation magmatique ont eu lieu ici à une très vaste échelle. On a d'une part des roches d'acidité très différente mais formant une même série au point de vue du faciès et de la genèse : granite-diorite-gabbro. D'autre part, on connaît des roches appartenant à des séries génétiques absolument différentes. Cette dernière circonstance ressortira mieux si l'on compare quelques types de même acidité :

1. R. Kettner. Ueber die Eruptionsfolge und die gebirgsbildenten Phasen. *Jahrbuch d. k. k. Geolog. Reichsanstalt.* B. 67, 1917, p. 239. Sur la position des îlots métamorphisés de la région du massif granitique. *Sbornik stat. geolog. ust*, IX, 1930, srt. 333.

2. Fr. E. Suess. Der lugische Bau in seinem Verhältnis zur variszischen Orogenese. *Mitt. der Geolog. Gesellschaft in Wien.* B. 28, 1935.

3. F. Ulrich. Quelques remarques sur la Tectonique de la Bohême centrale. *Věstnik stat. geolog. ústavu*, ČSR. VI, 1930, p. 252.

4. A. Orlov. Zur Kenntnis der Petrochemie des mittelböhmischen Plutons. « *Mineralog. u. Petrograph. Mitteilungen* », 46, 1935, p. 416-445.

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

	Gabbrodiorite (N-32) Pecerady	Lamprosyénite (33) Ratibořice	Granodiorite (21) Vysoký Chlumec	Granodiorite (20) Libčice
SiO^2	54.42	54.38	65.76	65.79
CaO	11.65	4.36	2.09	4.80
Na^2O	2.44	1.95	2.50	3.18
K^2O	0.37	6.60	6.25	2.01

Dans chacune des différentes parties, plus ou moins grandes, du massif éruptif, prédominent généralement les roches appartenant à un seul type pétrographique (diorite à amphibole, lamprosyénite à biotite, diorite quartzifère, etc.). Mais il est rare que ces unités pétrographiquement indépendantes aient des limites nettes. Généralement celles-ci sont effacées par des roches de passage qui apparaissent près des bords ou par des intercalations sporadiques d'autres roches.

Au sein de ces tronçons plus ou moins indépendants au point de vue pétrographique, on observe presque toujours différentes variétés pétrographiques dont les caractères et les rapports génétiques se distinguent très sensiblement de ceux du type pétrographique prédominant.

De façon générale, le massif éruptif de la Bohême centrale peut être subdivisé, d'après sa composition pétrographique, en trois régions. Près du bord NW (ligne de contact avec l'Algonkien) prédominent les roches granodioritiques. Les plagioclases se trouvent ici d'ordinaire en plus grande quantité que les orthoses. Sauf à quelques endroits (Nepomuk, Milín-Kamýk), la différenciation est assez faible. La partie est du massif est caractérisée, au contraire, par une grande variété dans la composition pétrographique. Des roches ayant le caractère de syénite et contenant plus de potassium que de sodium s'observent ici en grande quantité. Dans la partie sud du massif on retrouve les caractères des deux autres régions.

Il est intéressant de souligner que cette subdivision du massif éruptif, d'après le caractère pétrographique, se trouve en corrélation avec son contour extérieur (probablement tectonique).

L'extrême variété que montre la composition pétrographique du massif éruptif, son cachet particulier, la diversité des relations génétiques entre les différentes roches, tout cela fait de cette région un champ extrêmement favorable et vaste pour l'étude des questions pétrologiques. Grâce aux carrières assez nombreuses, on a souvent de bons affleurements. Malgré cela les questions pétrographiques et spécialement les questions pétrolo-

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

giques ont été encore peu étudiées jusqu'à présent. Un désaccord considérable existe, dans certains cas, entre différentes interprétations. Dans le cadre restreint de cet article, il m'est impossible d'analyser les différents détails de ce sujet très ample et de donner des descriptions qui pourraient servir de base à des discussions objectives.

Je me bornerai donc à présenter mon interprétation personnelle de la pétrologie du massif éruptif de la Bohême centrale, interprétation qui est le fruit d'un travail de plusieurs années sur le terrain et au laboratoire.

La genèse du pluton.

Pour faciliter la compréhension des différents phénomènes dont il sera question plus loin, je trouve utile d'esquisser tout d'adord la genèse des masses éruptives de la Bohême centrale dans son ensemble telle que je me la représente.

R. Kettner avait supposé que le massif éruptif de la Bohême centrale a une structure linguiforme dans le sens de Cloos. La racine de cette langue se trouverait près du bord NW du massif, c'est-à-dire près de sa limite tectonique avec l'Algonkien. La question de l'âge et de la succession des éruptions des différents magmas est souvent discutée dans les études ayant trait à la structure géologique des différents tronçons du massif de la Bohême centrale.

Pourtant, si l'on envisage l'allure pétrographique du massif éruptif, on voit *qu'il n'y a aucune raison de supposer que le corps intrusif a la forme d'une langue.* De plus, les roches qui sont connues dans la partie orientale du massif (gabbros, diorites, lamprosyénite, granosyénite) ne peuvent guère être un produit de différenciation du magma granodioritique représenté dans la partie occidentale. Quant aux points de vue sur les intrusions indépendantes des magmas partiels et l'ordre dans lequel les différents types de roches se sont formés, bien des désaccords pourraient être évités si l'on examinait de plus près chacune des régions dans ses rapports génétiques avec le massif éruptif dans son ensemble.

Les rapports mutuels entre les différents types de roches du massif éruptif prouvent que dans la plupart des cas *il ne s'agissait pas d'intrusions indépendantes* mais que, pendant la consolidation, la cristallisation des roches subissait des intervalles plus ou moins longs.

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

La consolidation des grandes masses de magma a été naturellement très lente.

Pendant ce temps, les processus de différenciation se produisaient aussi bien *in situ* (surtout par cristallisation) qu'à des profondeurs plus grandes, où le magma n'avait pas encore atteint le stade où commence la cristallisation, ou n'en était qu'au début.

L'action de la pression se fit sentir au cours de la formation du massif éruptif de la Bohême centrale. Cette pression déterminait des mouvements dans les parties plus superficielles du magma qui étaient en train de se refroidir et affectait parfois, lorsqu'elle devenait plus forte, les parties plus profondes. Il en résultait une certaine indépendance des fractions de cristallisation plus jeunes et un déplacement des produits de segmentation plus profonds.

Les différentes parties du manteau qui recouvrait autrefois le corps éruptif avaient une structure tectonique différente et ne réagissaient pas de la même manière à la pression orogénique qui se faisait sentir pendant la consolidation du magma. A un même moment, les différentes parties de la masse magmatique se trouvaient donc dans des conditions différentes. Ainsi se créaient des différences purement locales, et c'est pourquoi aujourd'hui on observe des tronçons fortement affectés par la pression et d'autres qui ne le sont presque pas.

Naturellement, les mouvements tectoniques se produisaient aussi à des périodes différentes et pouvaient affecter tour à tour le même tronçon.

Tout ceci créait des conditions inégales, et la pression agissait sur le magma à différents stades de consolidation ; des nouvelles venues de magmas partiels (plus jeunes) exerçaient parfois une action sur les produits plus anciens.

Les masses qui se consolidaient pouvaient subir l'intervention de magmas partiels plus jeunes appartenant à la même série de différenciation, ou bien de magmas partiels ayant une composition sensiblement différente et provenant de profondeurs plus grandes.

Les relations entre les roches, telles que nous les observons aujourd'hui dans ces régions, dépendent des écarts qui existaient entre les deux phénomènes dans le temps et des différences chimiques que présentaient les deux magmas. Dans plusieurs cas, ces apports se traduisaient par des refoulements successifs de magma plus jeune dans le magma plus ancien, autrement dit par des sortes d'intrusions, parfois bien accusées, parfois à peine distinctes.

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

En résumé, *le pluton de la Bohême centrale est interprété comme un batolite, dont le processus de la formation est envisagé comme un phénomène de consolidation de masses magmatiques énormes mais homogènes.* La consolidation, très lente, a été accompagnée par une différenciation ; cette dernière était influencée par des phénomènes tectoniques dont l'allure dépendait de la structure de l'enveloppe du corps éruptif.

Le mode de différenciation intérieur du pluton.

Puisqu'on admet que le massif éruptif s'est formé comme un ensemble unique, on doit considérer le processus de la consolidation, c'est-à-dire la marche de la cristallisation, comme un des facteurs les plus importants qui déterminèrent les rapports génétiques entre les différentes roches. En effet, dans tous les cas où l'on a pu étudier en détails les relations génétiques des roches formant une seule série et ayant le même faciès, on a toujours constaté que les roches basiques se sont formées avant les roches acides. Mais comme les conditions de consolidation du magma étaient différentes dans les différentes parties de la masse en fusion, les relations mutuelles entre les diverses roches sont très variées. Dans certaines parties seulement le magma se consolida tout à fait tranquillement et donna une roche homogène à composition monotone sur toute l'étendue. Un tel cas est connu par ex. dans la région s'étendant entre Blatná et Stříbrné Hory (partie SW du massif éruptif) qui est formée par la granodiorite biotitique.

Au contraire, dans de nombreux cas la pression s'exerça pendant le refroidissement du magma et détermina une différenciation plus forte. Lorsque la pression commença à agir à un des premiers stades de consolidation, et que la cristallisation évolua en grande partie sous son influence, les différentes fractions du magma ne purent s'individualiser complètement, et on constate toujours des passages insensibles. Et lorsque ces conditions se trouvaient réalisées pour un magma de basicité moyenne à fractions acides non différenciées, les rapports entre les roches qui en résultèrent présentent une très grande variété. Ces phénomènes sont fort répandus dans tout le massif éruptif de la Bohême centrale. On en trouve un magnifique exemple dans une carrière près de Kamenný Újezdec (vallée de la Sázava). Des fractions de cristallisation plus anciennes, répondant à la composition de différents types de diorite, alternent avec des fractions plus jeunes dont la composition oscille entre celle de la granodiorite et celle

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

du granite ; il en résulte des amas (Schlieren) et des bandes de différentes formes et de différentes puissances. Il n'y a pas de limites distinctes entre les différentes phases, elles passent l'une à l'autre, le changement de composition s'effectue graduellement. Une limite plus accusée n'existe que lorsque l'intervalle de cristallisation a été plus grand, par ex. lorsqu'il s'agit de magma aplitique et de magma dioritique. Pourtant, même dans ces cas, les filonnets ou plutôt les bandes d'aplite ont souvent un parcours très sinueux, ce qui prouve que la substance ambiante était encore bien plastique. Certaines bandes aplitiques ou pegmatitiques ont une longueur considérable et une puissance assez constante ; elles peuvent être appelées filons, quoiqu'elles n'aient pas d'épontes proprement dites et passent insensiblement au granite normal ou à la granodiorite.

Lorsque la pression agissait sur les parties du magma où la cristallisation était assez avancée, l'individualisation des différentes fractions devenait plus accusée. Les phénomènes qui se produisaient dans ces conditions peuvent être caractérisés comme « différenciation par filtration » (« squeezing out », « Filtration differenciation »). Les fractions de cristallisation plus anciennes (gabbro, gabbrodiorite, parfois diorite) se présentent comme des fragments de différente grandeur et de différente forme inclus dans le reste de la masse. Ces inclusions ont pour la plupart une forme irrégulière et des limites peu nettes, les fractions plus jeunes (diorite, granodiorite) et les fractions plus anciennes (gabbro, gabbrodiorite) s'interpénètrent très fréquemment. Je suis enclin à admettre que dans certains cas (Žernovka près de Říčany, Hyndrák près de Nepomuk) il y a eu, dans les mêmes circonstances, des phénomènes de « différenciation à l'état liquide ». Je les comprends de la façon suivante : à un certain stade de refroidissement les propriétés physiques, surtout la viscosité des diverses fractions, deviennent assez différentes, ce qui entraîne une diminution de la miscibilité. C'est ainsi que, d'un côté, peuvent se former des nids de pegmatite, de l'autre — des ségrégations basiques proprement dites qui affectent souvent une forme sphérique ou elliptique.

Les fractions de cristallisation plus anciennes (ayant surtout la composition de gabbrodiorite), qui étaient déjà assez visqueuses et riches en éléments cristallisés (solides), reçurent, sous l'influence de la pression, la forme de lentilles allongées. Ce phénomène s'observe à plusieurs endroits du massif éruptif. Les limites de ces lentilles sont tantôt bien tranchées, tantôt indistinctes, suivant les conditions dans lesquelles celles-ci se trouvaient

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

par rapport à la fraction magmatique ambiante. De telles lentilles isolées constituent parfois des bandes interrompues et rappellent les traînées habituelles dites « Schlieren ». Un bel exemple de ce phénomène est réalisé non loin de Teletín près de Netvořice.

Lorsque la pression sur le magma s'exerce à la fin du processus de cristallisation, les phénomènes qu'on observe n'ont plus la même allure. Les propriétés physiques des différentes fractions de cristallisation montrent alors des écarts notables. Les fractions de cristallisation plus anciennes sont brisées et fissurées. La fraction plus jeune et plus mobile s'introduit dans la masse brisée de la roche plus basique. Lorsque ce phénomène se produit à une profondeur considérable, le magma plus acide entraîne différents fragments de la fraction plus basique. Un magnifique exemple de ce phénomène s'observe par ex. à la carrière de Nespeky : plusieurs bandes de diorite sont remplies de fragments de gabbrodiorite de différente taille. A d'autres endroits, la roche consolidée avant n'est pas aussi tronçonnée, et la fraction plus acide (diorite) s'infiltre entre les parties plus grandes de la roche basique (gabbrodiorite). Le faciès acide est coupé à son tour par des produits de segmentation magmatique encore plus acides, granitiques ou même aplitiques. Ces intrusions de magmas plus acides acquièrent souvent l'allure de filons. On peut bien suivre ce phénomène dans la grande carrière de Mrač près de Benešov. Il ne s'agit pas, à proprement parler, d'une véritable nouvelle intrusion. Il y a une corrélation entre la composition minéralogique et les propriétés structurales des différentes fractions, corrélation qui correspond parfaitement à la marche normale de la cristallisation du magma. En étudiant au microscope les inclusions qui se trouvent dans le gabbro, on constate que les éléments de cette roche appartiennent à deux générations correspondant à deux phases de consolidation. Ce fait prouve que la séparation des fractions basiques n'était pas complète (c'est-à-dire que celles-ci ne représentaient pas une roche tout à fait consolidée). La paragenèse des minéraux formés avant est influencée par celle des minéraux plus jeunes, qui se retrouve aussi dans la roche encaissante. Ce phénomène s'observe particulièrement bien entre Milín et Kamýk et près de Vavřetice.

Des relations génétiques entre les différentes parties du pluton.

Tous ces phénomènes peuvent être étudiés de façon détaillée dans les petits affleurements ; ils permettent de se faire une idée

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

des relations génétiques entre les différentes parties, plus ou moins grandes, du batolite, parties formées d'un seul type de roche (diorite quartzifère, diorites, granodiorites, etc.). *Il s'agit ici des mêmes phénomènes mais qui se sont produits à une échelle beaucoup plus grande.*

A la limite de deux régions constituées de deux roches différentes, on peut souvent voir que sur une faible distance (plusieurs dizaines de mètres) une roche est remplacée par une autre. Un peu plus loin, on retrouve des intercalations de la première roche, et ce n'est qu'à une distance plus grande que le second type de roche devient tout à fait dominant dans le tronçon considéré. J'ai étudié en détail ces relations au NE de Kamýk (diorite et granodiorite), à l'est de Vransko près de Čimelice, entre Vráž et Dolní Ostrovec, etc. Dans tous ces cas il ne s'agit pas de types de roches bien différents. L'étude microscopique permet de constater toujours que le mode de cristallisation a été le même et qu'il existe une très grande parenté quant à la composition minéralogique des deux types, composition qui est d'ailleurs sujette à une très forte oscillation.

De véritables types de passage s'observe aussi fréquemment entre deux régions formées de roches différentes. On les connaît par ex. dans les tronçons de Probulov-Orlík, Petrovice-Klatovy, Dol. Ostrovec-Velká Turna, Horažd'ovice-Babín et ailleurs. Lorsqu'il y a passage d'une roche à une autre, on constate que ce n'est pas uniquement la composition minéralogique qui varie, mais aussi la structure, notamment le rapport entre le faciès porphyrique et le faciès non porphyrique, entre le faciès à éléments orientés et le faciès grenu, etc. Il convient de souligner qu'à de petites exceptions près, *il n'existe pas de région dans le massif éruptif de la Bohême centrale qui soit formée d'une roche uniforme sur toute l'étendue.* Des variations très considérables s'observent à certain endroits de la même région. Les roches de composition différentes sont fréquemment reliées par des passages insensibles et forment de véritables types « hybrides » (par ex. dans les environs de Písek, de Sedobrovice-Stiřín près de Velké Popovice). Ailleurs, les roches de caractère différent se présentent comme des « îlots », des petits massifs et des intercalations dont la forme et la grandeur varient.

Prises dans leur ensemble, les relations génétiques entre les différents tronçons du massif éruptif varient d'un endroit à l'autre suivant les conditions dans lesquelles se faisait la consolidation du magma. Il ne s'agit pas de corps intrusifs indépendants ni d'intrusions indépendantes, bien que la consolidation

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

définitive des différents tronçons se soit produites à certains intervalles de temps.

Dans certaines régions du massif éruptif de la Bohême centrale (Benešov, Milín), au milieu des diorites et des gabbrodiorites, apparaissent des îlots isolés de gabbro ou de gabbrodiorites. Quoique le caractère pétrographique de ces roches diffère sensiblement de celui des roches environnantes, il ne s'agit guère, ici non plus, de complexes indépendants au point de vue génétique. Leur relation étroite avec les roches encaissantes est mise en évidence par l'existence de nombreux types de passage. Il arrive que même les roches gabbroïdes contiennent de l'orthose et du quartz ; leur composition minéralogique prouve qu'il s'agit de produits de *différenciation magmatique incomplète* ou même de roches hybrides. Ces faits ont été établis par l'étude détaillée des roches gabbroïdes entre Kamýk et Milín. Les relations entre les roches ont un caractère semblable à l'Ouest de Pyšely et ailleurs. Il s'agit de phénomènes de même nature que ceux dont j'ai parlé en décrivant la différenciation en petit.

A côté des îlots de roches gabbroïdes, on rencontre aussi fréquemment dans le massif éruptif de la Bohême centrale de petits îlots de roches acides, de granites et même de granites aplitiques. On les connaît par ex. au nord de Písek, à l'E de Něčín, à l'E de Benešov, à l'E de Sedlčany et ailleurs. Ils se présentent comme des petits culots, des nids et des filons plus ou moins gros, formés par des fractions plus acides du magma, fractions qui se sont individualisées au cours du processus de la cristallisation. Au point de vue de la succession, ces parties sont certainement plus jeunes que les roches environnantes (diorites, granodiorites, granosyénites) ; les unes et les autres ont cependant été engendrées par le même magma et le même processus de formation. Leurs contours et leurs rapports pétrographiques au type réalisé par les roches encaissantes varient suivant les différences que présentaient les stades de cristallisation des deux fractions magmatiques et les conditions de leur mise en place.

J'avais déjà dit plus haut qu'à côté des roches appartenant à la série granite-diorite-gabbro, on rencontre dans le massif éruptif de la Bohême centrale des roches ayant nettement un caractère syénitique ; ce sont principalement les lamprosyénites. Il est intéressant de remarquer que ces roches apparaissent en plus grande quantité seulement dans la partie est du massif ; elles forment ici des tronçons assez bien délimités dans le terrain entre Milevsko et Petrovice, à Tábor et à Sedlcany.

Il est difficile d'admettre que le caractère chimique de ces

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

roches syénitiques ait été engendré par la différenciation du magma gabbroïque ou gabbro-diorite. Dans mon étude antérieure, j'avais dit que *ces roches résultent peut-être des phénomènes de différenciation de profondeur* qui se sont produits avant la mise en place du massif éruptif. Cependant le mode de gisement de ces roches au sein du massif éruptif semble prouver que leur magma, même s'il venait d'autres profondeurs, avait pris part au processus de la formation du massif avec les autres fractions magmatiques. Dans la région de Milevsko-Petrovice, où la lamprosyénite est surtout développée, cette roche passe à certains endroits tout à fait insensiblement au type de granodiorites normales (Zbonín, Dehetník) ou acquiert le caractère de la granodiorite syénitique formant un gisement indépendant près de Sedlčany. Les passages s'observent aussi à d'autres endroits, par ex. au Sud de Písek, à Jetřichovice près de Sedlec, etc.

On peut attribuer une certaine indépendance, en ce qui concerne la succession, au granite de Říčany et à la syénite de Tábor. Il s'agit de deux unités du massif éruptif, unités indépendantes au point de vue du caractère pétrographique des roches, bien délimitées sur le terrain et se présentant comme des proéminences du massif. Il s'agit probablement d'une intrusion supplémentaire plus jeune de produits de différenciation de profondeur à un stade assez avancé ; et c'est là la cause de la monotonie pétrographique de ces complexes.

Pour mettre au clair les relations génétiques mutuelles entre les différentes parties du massif de la Bohême centrale, il faut tenir compte de deux circonstances, à savoir : 1) que les parties du massif actuellement mises à nu par la dénudation se sont formées à des profondeurs différentes, 2) que les mouvements tectoniques plus jeunes, ne fussent-ils que faibles, ont masqués par places les relations entre les différents tronçons.

L'influence de la pression et la question des « granites anciens ».

Il est donc clair que la pression doit être envisagée comme un des facteurs très importants, qui déterminèrent le caractère pétrographique du massif éruptif de la Bohême centrale.

L'intensité de la pression n'a pas été la même partout, et les effets qui en résultent sont aussi très variés dans les différentes parties du massif. Nous allons les examiner un peu plus en détail.

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

Grosso modo, la pression à l'intérieur du massif éruptif était répartie en harmonie avec sa configuration extérieure. La région occidentale (entre l'Algonkien et la zone de Jílové) a été relativement peu affectée par la pression: la direction SE-NW (h 3) était ici la plus importante. La région orientale du massif a été par contre soumise à une pression beaucoup plus forte. A côté de la direction SE-NW, commune à toutes les parties du massif, d'autres ont joué par endroits un rôle assez important ; ce furent en premier lieu les directions W-E (h 6) et N-S (12). L'allure tectonique varie assez sensiblement d'un tronçon à un autre.

Un affleurement à l'embouchure du torrent Mnichovický (Sazáva), non loin des grandes masses de roches métamorphiques, permet de se faire une juste idée de l'influence qu'exerçait la pression sur la structure pétrographique d'une petite partie du massif. On trouve ici des roches depuis les granites jusqu'aux gabbros, et leurs rapports sont des plus variés. Nombreuses sont celles dont les éléments ont une disposition orientée. La présence de différentes roches filonniennes augmente encore la variété générale.

L'action de la pression qui accompagnait le phénomène de différenciation par filtration peut être étudiée en détail dans la petite carrière au Sud de Kamenný Přívoz. Des parties à structure orientée alternent avec celles dont les éléments ne sont pas orientés. A la limite des roches appartenant à deux fractions magmatiques différentes, on observe des zones broyées très caractéristiques qui rappellent les mylonites ; elles sont dues à la protoclase à laquelle s'est ajoutée l'action de la fraction plus acide.

Nous avons dit que la pression a influencé le processus de la différenciation et son caractère; c'est elle aussi qui détermina l'orientation des éléments, voire même la schistosité de la roche, la protoclase et la cataclase liées souvent à l'action des fractions plus acides, la mylonitisation, la présence de nombreux filons de différentes directions, etc. L'intensité et l'allure de ces phénomènes ne sont évidemment pas les mêmes dans toutes les parties du massif.

La structure orientée et la structure parallèle s'observent assez communément dans différentes parties du massif de la Bohême centrale. Mais en dehors des deux régions constituées par des orthogneiss typiques, il est rare que les roches à structure parallèle forment une masse continue. Généralement cette structure ne se rencontre qu'en certains points de la région. D'habitude

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

des parties à structure orientée alternent avec des parties à structure grenue et sont reliées les unes aux autres par des passages graduels; l'ensemble a un aspect rubané (Schlieren).

L'orientation des éléments et la structure parallèle des roches de basicité moyenne sont dues à l'action de la pression pendant la consolidation (protoblastèse); les roches acides, surtout celles qui se présentent en petits culots et en filons, sont souvent de structure fluidale.

Ces phénomènes sont très bien visibles à la jonction de la Lomnice et de l'Otava, dans les tronçons Milevsko-Petrovice et Sedlčany-Votice.

A plusieurs endroits, l'effet de la pression, mis en évidence par la structure parallèle, est compliqué encore par le fait que des fractions acides plus jeunes s'étaient introduites dans les roches dont la consolidation était plus avancée (roches plus basiques) parallèlement à la direction de l'orientation des éléments et avaient transformé d'une certaine façon l'ancienne paragenèse minérale. L'action mécanique — protoclase ou cataclase — sur la fraction plus ancienne avait souvent renforcé l'effet de cette transformation. *Des roches ayant l'aspect de « gneiss anciens » prirent ainsi naissance.* Ces phénomènes peuvent être étudiés dans les vallées de l'Otava (Rybárna, Vráž) et du torrent Křenecký à l'Ouest de Jetětice, à Velká Turna au Sud de Sedlec.

Dans la carrière près de la gare de Votice-Město, on peut très bien voir l'effet de la pression et des fractions plus jeunes sur les fractions plus anciennes; à certains endroits il y a presque assimilation des constituants minéralogiques plus anciens.

Lorsque les fractions plus jeunes n'intervenaient pas dans le jeu, l'effet de la pression tardive se traduisait par la formation de mylonites typiques; la mylonitisation des roches basiques et gabbroïques est particulièrement fréquente.

L'étude des relations entre les roches des différentes parties du massif amène à quelques conclusions intéressantes. On reconnaît tout d'abord que la pression s'était exercée à plusieurs reprises, à différents intervalles de temps, et que le magma se trouvait alors à différents stades de consolidation. On constate ensuite que la pression s'était répétée tantôt dans la même direction, tantôt dans des directions différentes, et que des pressions de directions différentes agissaient simultanément dans différentes parties du massif éruptif.

J'ai étudié, dans les vallées de l'Otava et de Krenecký potok, des cas où *la pression s'était répétée trois fois dans le même sens* (h 3) : à la première phase elle détermina l'orientation des élé-

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

ments, à la deuxième, la protoclase et l'imprégnation par les fractions plus jeunes, à la troisième, la mylonitisation et la formation de miroir de faille. La carrière de Nespeky présente un bon exemple de l'influence de *la pression qui s'était exercée dans différentes directions et à différents stades de consolidation du magma* : tout d'abord une pression de direction h 3 détermina l'apparition de traînées (Schlieren) et l'arrangement des fragments de la fraction plus ancienne ; une nouvelle pression (h 9) fut la cause de la pénétration des fractions plus acides sous forme de filons, enfin une pression de direction h 12 produisit une mylonitisation accompagnée de zéolitisation (laumontite).

Il y avait une correspondance étroite entre les différentes phases de pression et les phénomènes tectoniques qui avaient lieu dans le massif éruptif de la Bohême centrale et les îlots sédimentaires au sein de celui-ci.

La pression qui agissait dans la direction h 3 doit être envisagée comme la plus ancienne. Elle engendra la structure parallèle, l'arrangement des zones de ségrégation (Schlieren), etc. Dans certaines parties du massif (par ex. entre Sedlčany et Votice), les mêmes effets ont probablement été produits par la pression de direction h 6. La phase moyenne. qui s'est traduite par la pénétration des fractions plus jeunes et la formation des filons, a été particulièrement variable dans les différentes parties du massif. La pression de direction h 12, dont l'action s'est exercée surtout dans la partie orientale du massif éruptif, a probablement été la plus jeune.

Les deux complexes d'orthogneiss qui existent au milieu du massif éruptif près de Orlík et près de Mirotice résultent de l'action de la pression précoce dont les effets ont été renforcés par le mouvement répété et l'intervention des fractions magmatiques plus jeunes.

Des granites et des granodiorites forment une masse plus ou moins continue dans la partie orientale du massif éruptif (à l'Est de Benešov) ; ces roches, très influencées par les mouvements tectoniques et les magmas plus jeunes, ont subi une transformation notable et offrent souvent une structure parallèle. Cette circonstance avait fait penser qu'il s'agit de granites anciens ou même de cristallin. On peut voir à plusieurs endroits des parties fortement métamorphisées alternant avec des parties à peine transformées. Le faciès plus acide pénètre sous forme de bandes dans les parties plus basiques à structure orientée ; ces dernières offrent des phénomènes de protoclase et de cataclase. La chloritisation et l'épidotisation s'observent fréquem-

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

ment. Les beaux affleurements qui existent près de Božeňovice et de Třeběšice permettent de se faire une idée plus exacte du mécanisme de la transformation. A mon avis, il s'agit de roches ayant la même origine que le massif éruptif de la Bohême centrale dans son ensemble. Leur *habitus* particulier a été déterminé par les phénomènes qu'on observe aussi dans les autres parties du massif et que j'ai déjà mentionnés plus haut. Près d'Okrouhlice, le granite fortement broyé est complètement imbibé de sécrétions magmatiques plus jeunes et acquiert le caractère de roche cornée. Des granites ayant la même allure que ceux qui apparaissent à l'Est de Benešov sont connus ailleurs dans le massif à des endroits assez éloignés de sa limite avec le cristallin, par ex. à l'Est de Sedlčany (Janovice, Beztahov), près de Březnice ou au SE de l'îlot d'orthogneiss d'Orlík. Ces granites apparaissent ici comme de petits culots et des nids.

Des roches très fortement transformées (granite et granodiorites) s'observent au bord oriental du massif près de la ville de Sázava et dans la proéminence que forme le massif éruptif dans les orthogneiss près de Jankov (Hartman) à l'Est de Votice. Ici, il serait facile d'admettre la présence, dans les roches magmatiques, d'éléments du cristallin voisin. Il semble pourtant que même dans ce cas les roches appartiennent, au point de vue génétique, au massif éruptif de la Bohême centrale, mais qu'*elles ont subi une vraie métamorphose* sous l'influence de la pression et des venues magmatiques plus jeunes ; parfois on constate même une transformation hydrothermale. Ces roches peuvent donc très bien être appelées orthogneiss. Il s'agirait seulement de savoir quand et de quel matériel ces orthogneiss se sont formés. La question est d'autant plus compliquée qu'au temps du métamorphisme des granites de la Bohême centrale le cristallin des régions voisines subissait probablement le même processus de transformation. Les différences entre les granites transformés du massif éruptif et certaines parties du cristallin ont été ainsi sensiblement effacées.

A plusieurs endroits du massif (Vys. Újezd, au N de Sedlčany, à l'W de Maršovice), l'action du magma sur les lambeaux arrachés de schistes algonkiens a été considérable. Les fractions acides du magma pénétraient dans les sédiments primitifs ; il se formait ainsi une roche finement stratifiée et finement cristalline ; la proportion des deux éléments — sédimentaire et éruptif — de cette roche, et sa structure, sont variables.

Des phénomènes très variés de granitisation s'observent au N de Sedlčany, près du torrent Křečovicky, près du Vysoký Újez-

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

dec. Entre Osečany et Maršovice, les produits de granitisation ont l'allure de migmatites et forment, avec les faciès de la granodiorite, un îlot assez étendu. Il faut toutefois souligner que par leur *habitus* et leur composition les sédiments ont un caractère particulier, caractère qui diffère de celui des gneiss typiques du cristallin et de celui des granites transformés de la partie orientale du massif.

Avant de terminer cet exposé des caractéristiques du massif éruptif de la Bohême centrale, il faut dire quelques mots de ses rapports avec les complexes éruptifs voisins ayant le même âge géologique. Comme je l'ai déjà fait remarquer dans plusieurs de mes publications antérieures, la partie occidentale du massif éruptif de la Bohême centrale (granodiorites) ressemble beaucoup par son caractère pétrographique à deux massifs voisins situés au NW, le massif de Štěnovice et de Čistá-Jesenice. La région orientale du massif de la Bohême centrale, où les roches syénitiques sont abondantes, a des relations pétrographiques étroites avec le massif de Jihlava situé à l'Est. Cette circonstance montre nettement que le magma qui donna naissance au massif de la Bohême centrale avait, pendant le plissement orogénique varisque, *une certaine liaison avec les magmas des régions voisines.*

Ce serait en même temps une confirmation indirecte de la conception développée ici, conception suivant laquelle le massif éruptif de la Bohême centrale résulterait de la consolidation de masses énormes de magma soumises avec leur enveloppe et les complexes qui les encadraient à l'influence de la pression.

Ce n'est là qu'une esquisse de la pétrologie du massif éruptif de la Bohême centrale. Des recherches détaillées sont encore nécessaires pour trancher plusieurs questions, et ces recherches amèneront certainement à de nouvelles constatations. On sera peut-être obligé d'apporter certaines modifications aux conceptions exprimées ici. Mais le pluton étudié ici fournira toujours aux investigateurs une multitude de phénomènes extrêmement variés et intéressants. Et c'est cela que je me suis efforcé de faire connaître plus largement.

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

Les « colonies de Barrande » [1]

par **Jaroslav Perner.**

Je me propose de donner dans cette note un aperçu sommaire du phénomène connu sous le nom de « colonies de Barrande ». Les géologues et les paléontologistes de la génération actuelle n'ont pas connu le temps où la question de savoir comment expliquer ce phénomène avait soulevé de longues et vives discussions. Dans les traités de géologie historique et de stratigraphie consacrés au Silurien de l'Europe on n'en trouve que quelques brèves mentions. Je ne me contenterai pas de donner ici un aperçu succinct de l'essence et de l'évolution de ces discussions ; en ma qualité de continuateur officiel de l'œuvre de Barrande, je me sens obligé d'ajouter aussi quelques remarques explicatives. Au temps de ma jeunesse, j'avais encore entendu les retentissements de cette discussion ; j'ai eu l'occasion d'étudier la faune et la géologie des colonies de Barrande lorsque j'entrepris, en 1893-99, la révision et l'étude des Graptolites de la Bohême. J'ai pu également prendre connaissance des carnets de Barrande qui se trouvent au Musée National et qui contiennent de nombreuses données, encore non publiées, et d'intéressantes remarques touchant les colonies.

Barrande constata en 1840-50, tout au début de ses recherches en Bohême, que les puissantes couches du Silurien inférieur (= Ordovicien = étage D), surtout la bande D-d_5 contenant la soit-disant « faune seconde » (désignation de Barrande), renferment des intercalations de schistes à Graptolites et de calcaires. Ces intercalations, puissantes à peine de quelques mètres, semblent concordantes avec les schistes et les quartzites ordoviciens, mais contiennent une faune, dite « faune troisième » (désignation de Barrande) absolument identique à celle du Silurien supérieur (= Gothlandien).

Les intercalations en question n'apparaissent que dans la partie supérieure de l'Ordovicien, dans les bandes $d\varepsilon$ et $d\xi$ (Barrande les désignait D-d_4 et D-d_5), des deux côtés du « bassin silurien » de Barrande ; elles ne forment pourtant pas de bande continue à parcours régulier parallèle aux bords du bassin, mais sont dis-

1. Traduit du tchèque par Mme Valentine Andrusov.

3 juin 1938. Bull. Soc. Géol. Fr. (5), VII. — 33

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

tribuées irrégulièrement suivant une ligne sinueuse ou brisée. Leur étendue horizontale est faible, généralement 10-100 m²; sur la carte, elles se présentent comme des îlots allongés de forme irrégulière au milieu de l'Ordovicien.

Les intercalations en question sont constituées pour la plupart par de fins schistes foncés, absolument analogues, quant à leur allure pétrographique, aux schistes formant le soubassement normal de notre Silurien supérieur (Gothlandien, étage E) ; quelquefois elles renferment des concrétions calcaires sphériques et, rarement, des calcaires et des schistes calcaires en alternance répétée avec des schistes ampélitiques. Les intercalations en question sont parfois accompagnées de tufs diabasiques, de filons et d'intrusions de diabases.

La faune des « colonies » se compose en majeure partie de Graptolites appartenant aux mêmes genres et espèces que ceux qu'on trouve dans les schistes de la bande eα et, partiellement, de la bande eβ; il s'agit de nombreuses espèces de *Monograptus*, *Rastrites*, *Diplograptus* (*Orthograptus*, *Petalograptus*), *Climacograptus* (*Glyptograptus*), *Cephalograptus* et autres. Les autres représentants de la faune sont rares ; ils se rencontrent dans les schistes calcaires ou les concrétions calcaires sphériques qui apparaissent dans les schistes argileux. Citons *Atrypa reticularis* [L.], *Leptaena* (*Leptagonia*) *euglypha* DALM., *Cardiola interrupta* SOW., *Orthoceras*, *Aptychopsis*.

Barrande expliquait l'apparition sporadique de cette « faune troisième » (gothlandienne) au milieu des couches ordoviciennes (dans l'étage D avec la « faune seconde »), en admettant que les espèces gothlandiennes qui la composent existaient dans les autres régions de la mer silurienne (Angleterre, Scandinavie) déjà vers la fin du Silurien inférieur (Ordovicien), époque où, en Bohême, se déposaient les couches dε et dξ (= D-d_4 et D-d_5 d'après la désignation de Barrande). Barrande supposait que, comme les colons qui quittent leur pays pour aller s'installer dans un autre, ces espèces émigraient de temps en temps des régions qu'elles habitaient et gagnaient la Bohême ; mais ici elles n'arrivaient pas à se maintenir et s'éteignaient (aujourd'hui on dirait qu'elles ne trouvaient pas de conditions favorables à la vie). Et c'est seulement au Silurien supérieur (Gothlandien, étage E) que ces espèces prirent pied en Bohême, se fixèrent et se multiplièrent abondamment en rencontrant un milieu favorable.

Plusieurs savants et collectionneurs de fossiles : Corda, Šáry, Zeidler et autres, connaissaient ce phénomène des « colonies » en Bohême et supposaient que la subdivision de la faune silu-

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

rienne en faune II (silurienne inférieure) et faune III (silurienne supérieure) établie par Barrande ne correspond pas à la position réelle des couches.

Le premier qui critiqua les conceptions de Barrande sur les colonies fut J. Krejčí, professeur de Géologie et de Minéralogie d'abord à l'École des Ingénieurs, puis à l'Université de Prague. Il connaissait bien, pour son temps, le mode de gisement du Paléozoïque entier de la Bohême et savait que là où se trouvent les « colonies » de Barrande existent de nombreuses dislocations. Toutefois Krejčí n'arrivait pas à donner une explication satisfaisante du phénomène des colonies et modifia plusieurs fois les coupes par lesquelles il cherchait à représenter l'état de choses.

Barrande répondait très énergiquement à Krejčí et relevait les points faibles et les omissions dans les explications de son adversaire [1].

Dix ans plus tard, Krejčí renonça à sa conception, reconnaissant qu'il n'arrivait pas à expliquer la présence des colonies par des dislocations et que certaines de ses observations et affirmations étaient fausses ; Barrande fut très satisfait et se montra magnanime (Voir Barrande, *Défense des colonies*, IV, 1870, p. 80-82) [2].

Le point de vue de Barrande sur les colonies était combattu aussi par d'autres géologues étrangers qui supposaient que ce phénomène unique en son genre est plutôt d'origine tectonique, et que les colonies représentent des enclaves de l'étage E (Gothlandien) déplacées le long des dislocations jusque dans les

1. Barrande donna le nom de Krejčí à une des colonies près de Velká Chuchle. Chacun de ses adversaires recevait sa colonie, c'était un signe de distinction particulière, châtiment ou revanche ; car Barrande tenait sa promesse formulée dans sa « Défense des colonies », I, 1861, p. 34, par la sentence de Virgile « Nemo indonatus abibit ».

2. On rapporte que Krejčí avait renoncé à ses points de vue sur les colonies d'une part parce qu'il plaçait très haut l'autorité de Barrande et savait que celui-ci connaissait mieux que tout autre la faune silurienne du monde entier, et que, d'autre part, il le fit pour des raisons patriotiques ; il ne voulait pas exciter davantage Barrande par son opposition dans l'espoir de le voir laisser ses collections en Bohême. Il y a certes quelque chose de vrai dans cette histoire ; on sait par les récits des contemporains de Krejčí et de Barrande que, malgré sa proclamation, Krejčí ne croyait pas aux explications de Barrande. Les collections de Barrande étaient certainement en cause. Barrande avait toujours témoigné sa sympathie pour le peuple tchèque, il avait entretenu, jusqu'à sa mort, des relations avec des personnalités tchèques remarquables et avait manifesté son intention de léguer ses collections au Musée National. Lorsque la célèbre collection de Sáry (la plus grande après celle de Barrande) fut vendue, en 1878, par ses héritiers, à Cambridge, mon oncle, le professeur Ant. Frič s'inquiéta de ce que les collections de Barrande pourraient avoir le même sort. Barrande le rassura en lui disant : « Soyez tranquille, je connais mon devoir envers la nation tchèque. »

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

couches de l'étage D (Ordovicien). Parmi les adversaires de Barrande il y avait tout d'abord Lipold, ingénieur des mines, qui avait travaillé dans les Alpes, où il se familiarisa avec les dislocations des couches, et avait exploré également le Silurien de la Bohême. Il y avait encore d'Archiac, Cotta et Haidinger auxquels s'associèrent plus tard Marr, Lapworth et Tullberg. Cette discussion dura plus de vingt ans, jusqu'à la mort de Barrande en 1883.

Les adversaires de Barrande n'étaient pas du tout d'accord entre eux sur la question de savoir comment les paquets de l'étage E se trouvaient au sein de l'étage D. Faut-il attribuer ce fait à des décrochements, des failles inverses, des plis — les points de vue divergeaient beaucoup ou même se contredisaient. Ces savants ne connaissaient pas aussi bien que Barrande le terrain et les fossiles, ils tombaient souvent dans l'erreur, négligeaient des faits importants — tout cela Barrande le relevait pour prouver que leurs observations et, partant, leurs conclusions étaient fausses. Avec une énergie étonnante, il amassait des observations sur le terrain, poursuivait ses récoltes paléontologiques et en publiait les résultats ; il cherchait dans la littérature des données relatives à la distribution des Graptolites et des autres fossiles, non seulement dans le Silurien de la Bohême, mais aussi dans le Silurien anglais et scandinave, vouait une attention spéciale à la faune des couches de passage entre l'Ordovicien et le Gothlandien de ces pays. Il croyait que les faits observés là-bas confirmaient son point de vue. Entre 1861 et 1881 [1], il publia cinq volumes de sa « Défense des colonies », en plus des différents articles polémiques parus dans les périodiques et les revues ; cette œuvre contient de très nombreuses données sur la Géologie, des listes et des descriptions de fossiles, beaucoup de coupes et de cartes. On ne peut qu'admirer l'énergie avec laquelle Barrande se donnait à ce travail, l'enthousiasme touchant à la jalousie, et l'obstination avec lesquels il défendait ses colonies.

Il n'est pas possible de décrire ici toutes les phases et les péripéties de cette discussion, mais certains faits doivent être soulignés. Si nous examinons les coupes à travers les colonies qui ont été publiées par Barrande, nous voyons que les schistes à Graptolites qui constituent la plus grande partie des colonies sont dessinés par lui comme des couches parallèles, c'est-à-dire

1. Malgré son âge avancé (83 ans) Barrande préparait encore le 6e volume qui devait contenir la description des « colonies » nouvellement découvertes ; la mort l'empêcha de l'achever. A la page 87 du 5e volume (1881), Barrande avait esquissé le plan du 6e volume. Les notes de son journal d'excursions, mené jusqu'à 1883, donnent aussi une idée du contenu du volume en question.

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

comme des intercalations concordantes, relativement peu épaisses, au milieu de l'étage ordovicien (d = D-d_5 de la désignation de Barrande). Aucune zone de passage n'est représentée, les intercalations occupent toute la hauteur de la coupe. A une personne ne connaissant pas la géologie de cette région, l'explication de Barrande ainsi illustrée pouvait paraître vraisemblable. M. V. Lipold[1] qui, à côté de Krejčí, était un des premiers et des plus remarquables adversaires de Barrande, avait l'audace de dessiner de nombreux plis et failles, qui d'ailleurs n'existaient pas toujours en réalité. Les coupes et les explications de Lipold contiennent de graves fautes et des omissions, ainsi par ex. la bande G_1 était confondue avec la bande G_3, etc. Barrande ne pouvait donc guère envisager ces données avec confiance et parlait presque avec dédain de la « Markscheide-Kunst » de Lipold[2].

La discussion sur les colonies s'apaisa pour quelque temps comme si une sorte d'armistice eût été conclu entre Barrande et ses adversaires.

En 1874, J. Marr entreprit un voyage d'étude pour explorer le Paléozoïque de la Bohême. Il étudia entre autres la faune de Graptolites et les colonies en tenant compte des importants résultats relatifs à la distribution géologique des Graptolites et de leurs zones auxquels était arrivé Ch. Lapworth ; Marr tenta de faire la comparaison entre le Silurien de la Bohême et le Silurien de l'Angleterre. Il fut le premier à constater que la répartition géologique des Graptolites, c'est-à-dire la succession des genres et des espèces dans le Silurien de la Bohême, est très semblable à celle du Silurien de la Grande-Bretagne. Il distingua dans l'étage Ee_1 de Barrande (= e_a) trois zones principales, à savoir : la zone à *Diplograptus*, la zone à *Monograptus priodon* et la zone à *Monograptus colonus*. Il constata que ces trois zones (avec les sous-zones) se présentent aussi dans les colonies. En tenant compte de ce fait, de la ressemblance pétrographique entre les schistes à Graptolites des assises normales e_a et les schistes des colonies, Marr conclut que les colonies de Barrande ne sont pas autre chose que des tronçons disloqués de couches de l'étage E[3].

1. *Jahrbuch d. k. k. geol. Reichsanstalt*, XII, 1862. Ueber Herrn J. Barrande's Colonien in der Silurformation Böhmens.

2. Il faut dire à l'honneur de Barrande que plus tard, en 1869, il pardonna à Lipold son attaque contre les colonies après que celui-ci, muni d'une référence de Krejcí, qui, lui, avait déjà renoncé à son point de vue, eut avoué que ses déductions étaient basée surtout sur les données inexactes de Krejčí. Voir J. Barrande, « Défense des colonies », IV, p. 82-84, 1870.

3. On the predevonian rocks of Bohemia. *Quart. Journ. of geolog. Soc. London*, vol. XXXVI, n° 144, 1888, nov., p. 591.

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

Un peu avant, Ch. Lapworth s'était exprimé dans le même sens [1]. Sa remarque était très sommaire et générale : il espérait que son schéma de la distribution géologique des graptolites pourrait être appliqué aussi en Bohême dès que le phénomène des colonies serait attribué à des dislocations [2].

L'article de Marr excita fortement Barrande ; il se sentait offensé par la manière dont le jeune Marr s'exprimait sur son activité dans le domaine de la géologie stratigraphique. Le ton passionné dans lequel est écrit le V^e^ volume de la Défense des colonies (*l. c.*, p. 1-5 et 74-76) que Barrande fit paraître uniquement pour répondre à Marr, et en partie à Lapworth, prouve qu'il interrompit ses travaux paléontologiques (il préparait le V^e^ volume de son étude sur les Acéphales). Il n'avait pas l'intention de renoncer à ses opinions ; au contraire, il cherchait toutes les preuves possibles et s'adressait spécialement aux publications des auteurs anglais pour montrer que son explication n'était pas ébranlée par les études de Marr et de Lapworth.

Pour appuyer ses conceptions, Barrande relevait les désaccords qui existaient entre les géologues anglais au sujet de la position du complexe Llandovery-Taranon et des schistes à Graptolites correspondant en partie à ce complexe (schistes de Gala, Birkhill, Conistonmudstones, Hartfell, Moffat-series et autres). Le parallélisme des faciès calcaires et grauwackeux du Pays de Galles avec le faciès des schistes à Graptolites de l'Écosse n'était pas aussi bien établi qu'aujourd'hui, les points de vue des auteurs anglais élaient parfois bien divergents, certains seulement rattachaient le Llandovery inférieur au Silurien (Gothlandien). La subdivision en vingt zones à Graptolites proposée par Lapworth n'était pas acceptée par tous. Certaines données, notamment celles que Barrande empruntait aux anciens auteurs anglais, semblaient confirmer son point de vue. C'étaient les ouvrages de Etheridge, Murchison, Harkness, Nicholson, Salter, Keeping etc., dont les résultats ou données, en partie incorrects, sont cités par Barrande dans sa Défense des colonies (vol. V), en faveur de sa théorie. Barrande supposait — nous l'avons dit plus haut — que plusieurs Graptolites trouvés dans les colonies vivaient quelque part en Angleterre ou en Écosse au Silurien inférieur

1. On the geological distribution of the Rhabdopora. *Ann. et Magaz. of Nat. Hist.*, sér 5, vol. 3, p. 46.

2. Malgré la prudence avec laquelle Lapworth exprima cette opinion, Barrande eut une vive réaction et donna le nom de Lapworth à une des colonies. Marr reçu évidemment la sienne. Il y avait plusieurs de ces colonies « pénales » (Krejčí, Cotta, Haidinger, Lipold, d'Archiac, Fullberg).

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

(Ordovicien), et gagnaient parfois la Bohême pour s'y mêler à la « faune seconde » de la partie supérieure de l'étage D.

Toutefois l'étude des zones à Graptolites et le parallélisme des faciès siluriens en Angleterre et en Écosse firent, en quelques années, de tels progrès que les désaccords entre les savants anglais s'aplanirent plus ou moins ; on reconnut que la succession des zones à Graptolites établie en Angleterre et l'association des formes dans les différentes zones existent partout, qu'on les retrouve même en Scandinavie et en Allemagne [1].

Toutes ces circonstances ne pouvaient guère appuyer le point de vue de Barrande et le faire accepter en Angleterre ; au contraire, elles ne faisaient qu'armer davantage ses adversaires.

Les conclusions de J. Marr, qui passa un certain temps en Bohême à étudier les colonies, furent bientôt confirmées par Sv. A. Tullberg [2]. Sans aller en Bohême, ce savant constata en se basant sur le matériel des Graptolites que lui avait envoyé le professeur Ot. Novák, qu'en Bohême on rencontre les mêmes zones qu'en Suède ; il reconnut que le matériel qui constitue les colonies contient les mêmes espèces que les assises de l'étage E et proclama que les colonies sont des parties disloquées de Silurien supérieur.

Les études ultérieures ont montré que Tullberg n'avait pas tout à fait raison en admettant que la succession des zones et l'association des formes en Bohême et en Scandinavie sont parfaitement les mêmes. Les zones qu'il signalait dans les deux pays offrent des associations un peu différentes ; certaines espèces très fréquentes en Bohême comme *Mon. turriculatus* sont extrêmement rares ou inconnues en Scandinavie où d'autres formes apparaissent à leur place (type vicariants), les limites entre les zones ne se correspondent pas tout à fait, d'autres différences existent également. Toutefois Tullberg avait une conception générale juste des zones à Graptolites du Silurien de la Bohême ;

1. Barrande ne se rendait pas compte de la grande importance que présentent les zones à Graptolites pour la comparaison et la détermination des horizons. En 1850, il exposa dans ses Graptolites de Bohême le principe d'après lequel il distinguait les espèces de Graptolites ; ses recherches ultérieures étaient basées là-dessus. La révision des originaux de Barrande que j'avais effectuée me permit de démontrer dans mes « Études sur les Graptolites de Bohême », I-III, Prague 1894-99, que Barrande considérait souvent comme une seule espèce des formes différentes apparaissant dans des zones différentes ; cela menait naturellement à des confusions et des erreurs.

2. Skånes Graptoliter. II. *Sveriges geologiska Undersökning*, sér. C, n° 57, 1883.

Ueber die Schichtenfolge des Silurs in Schonen nebst einem Vergleiche mit anderen gleichaltrigen Bildungen. *Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges.*, 1883.

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

sa subdivision en zones correspond, dans ses traits généraux, à celle qu'avait établie Marr.

Un point de vue diamétralement opposé à celui de Marr et Tullberg fut exprimé plus tard par J. Wentzel [1]. En se basant sur ses recherches et récoltes de fossiles en Bohême, il arriva à la conclusion que les zones à Graptolites distinguées par Marr et Tullberg dans la bande e_1 ($= e_a$) n'existent pas ou qu'en tout cas leur délimitation et leur succession ne sont pas celles qu'indiquent ces auteurs; Wentzel disait aussi que la faune des Graptolites dans les schistes est tellement condensée que la distinction des zones en est rendue impossible, qu'il avait trouvé en Bohême des types associés ensemble qui, ailleurs, ne se rencontrent jamais les uns avec les autres, qu'il a eu en mains un morceau de roche contenant à la fois des formes d'âge Landovery et des formes d'âge Wenlock [2].

Le professeur J. Jahn [3], qui s'était occupé ensuite de la question des colonies de Barrande, s'exprima à ce sujet d'une manière peu précise. Il comparait les colonies avec les intercalations de couches de Stahremberg dans la masse principale du calcaire triasique du Dachstein dans les Alpes et indiquait que la constitution de la faune des mers actuelles présente aussi des changements brusques déterminés par les courants marins de différente température (fonds à température basse et fonds à température élevée dans l'Atlantique du Nord). Il s'opposait pourtant à l'opinion de Katzer [4] qui, lui, niait complètement l'existence des colonies. Jahn admettait que certaines colonies pouvaient être dues à des phénomènes tectoniques, mais pensait que l'origine des autres serait plus facile à expliquer par des différences faunistiques et lithologiques analogues à celles qu'on observe au fond des mers actuelles.

Pour jeter un peu de lumière dans ces opinions contradictoires, j'entrepris vers 1890 une étude détaillée des Graptolites de la Bohême en portant une attention spéciale aux différentes zones caractérisées par ces organismes; niveau par niveau, je ramas-

1. Ueber die Beziehungen der Barrandeschen Etagen C, D und E zum brittischen Silur. *Jahrbuch d. k. k. geol. Reichsanstalt*, Bd. 41, H. 1, p. 117-170, 1891.

2. Pour plus de détails voir Perner. Études sur les Graptolites de Bohême, 1895, Partie II, p. 16-18.

3 Beiträge zur Stratigraphie u. Tektonik der mittelböhmischen Silurformation. *Jahrbuch d. k. k. geol. Reichsanstalt*, Wien 1892, Bd. 4, H. 3, p. 445-447.

4. Fr. Katzer. Das ältere Palaeozóicum in Mittelböhmen, Prague, 1888, p. 19-23. Cet auteur ne niait pas purement et simplement l'existence de colonies, mais trouvait que la présence des zones à Graptolites telles qu'elles ont été distinguées par Lapworth, Marr et Tullberg ne peut pas être prouvée en Bohême.

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

sais les fossiles en marquant l'association des espèces dans chacun. En étudiant les Graptolites anglais chez le professeur Lapworth, je me rendis bientôt compte qu'il était nécessaire de revoir, de décrire et de figurer à nouveau les originaux des espèces de Barrande, et cela non seulement pour établir avec précision la répartition stratigraphique de ces formes mais aussi pour pouvoir faire la comparaison de notre Silurien avec celui de l'étranger et contribuer ainsi à la question des colonies.

J'avoue franchement que pour commencer j'avais quelque espoir, ne fut-il que faible, de trouver des preuves en faveur de la théorie de Barrande. Une trouvaille faite par moi à Zelkovice et Litohlavy augmenta encore cet espoir ; j'avais rencontré des formes désignées par Barrande comme *Monograptus nilssoni*, *M. priodon*, *M. colonus* et autres dans les zones inférieures à *Diplograptus* et *Rastrites*. Ailleurs, ces espèces caractérisent les niveaux beaucoup plus hauts du Gothlandien, le Wenlok et le Ludlov. On pouvait croire que les espèces connues en Angleterre et dans les pays scandinaves, dans des zones nettement distinctes, étaient mêlées ensemble dans une assise en Bohême. La comparaison des originaux de Barrande avec le matériel paléontologique provenant des autres pays et l'exécution de bons dessins permirent de montrer que la forme désignée par Barrande comme *Monograptus colonus* appartient, en réalité, à plusieurs espèces qu'on trouve toujours, en Bohême et à l'étranger, dans des niveaux différents et séparés les uns des autres. Il en était de même des autres espèces décrites par Barrande dans son ouvrage publié en 1850. Une de ces formes, figurée sous le nom de *Monograptus priodon* incurvé, est certainement un *Cyrtograptus*. Il en est de même de *Monograptus nilssoni* et d'autres espèces de Barrande.

La révision des originaux de Barrande ne confirma donc ni la théorie de la migration répétée de Barrande ni la théorie de la condensation des espèces de différents niveaux dans une zone qui avait été avancée par Wentzel. L'étude de l'ensemble de la faune graptolitique des étages D et E et des colonies montra au contraire qu'en Bohême [1] on peut distinguer des zones stra-

1. On a dû faire plus tard aussi une révision des espèces décrites par les anciens auteurs anglais ; voir G. Elles and Wood, Monograph of British Graptolites, *Palaeontogr. Society*, London, 1901-1913.

Plusieurs espèces anglaises insuffisamment définies à cette époque ont été signalées par moi en Bohême, et il a fallu apporter plus tard des corrections et des suppléments à mon ouvrage sur les Graptolites de la Bohême. Ce travail a déjà été exécuté en partie par mon élève, B. Bouček, et a contribué à la connaissance des zones de la Bohême et de leur corrélation avec les zones des autres pays. Les déductions antérieures n'ont cependant pas perdu leur valeur.

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

tigraphiques ayant la même succession que dans les autres pays et caractérisées presque par les mêmes associations d'espèces qu'en Angleterre, en Suède et en Allemagne. Cette régularité a été constatée dans les schistes à gisement normal de l'étage E et aussi dans les schistes composant de nombreuses colonies de Barrande. Je n'ai pu reconnaître aucune différence entre les schistes de ces deux catégories en ce qui concerne l'allure et la succession des faunes.

On n'a pas trouvé de Graptolites ordoviciens dans les colonies, et aucune forme provenant des colonies n'apparaît dans l'Ordovicien des autres pays. Les limites du Silurien inférieur de l'Angleterre sont actuellement bien fixées ; le parallélisme des assises du Llandovery inférieur et du Llandovery supérieur avec les autres assises du Silurien ayant un autre faciès est assez bien établi ; de nos jours, une discussion comme celle que soutint Barrande ne pourrait plus avoir lieu. Barrande avait tort de supposer que le Silurien inférieur anglais (Ordovicien) contient des espèces siluriennes supérieures, et que celles-ci peuvent s'introduire par migration dans le Silurien inférieur de la Bohême, point de vue, qu'il avait emprunté à des anciens travaux anglais. En Bohême, les deux faunes de Graptolites, la faune ordovicienne et la faune gothlandienne, sont bien nettement distinctes, et la limite entre les étages D et E est en général très accusée et fixe.

Au cours de mes recherches, je n'ai trouvé aucune preuve paléontologique en faveur de l'opinion de Barrande qui pensait que la faune des soi-disant colonies avait vécu pendant l'Ordovicien dans les autres pays ; tous les documents paléontologiques récoltés en Bohême et à l'Étranger contredisent les théories de Barrande. Cela est vrai non seulement pour les Graptolites mais aussi pour les autres groupes qu'on trouve dans les colonies (Lamellibranches, Gastéropodes, Céphalopodes, Brachiopodes [1]). Il faut souligner que le caractère lithologique des assises prenant part à la constitution des colonies est absolument le même que celui des assises normales de l'étage E, qu'il s'agisse de schistes ou d'intercalations calcaires dans ces derniers ; le métamorphisme que montrent ces couches au contact avec les diabases est aussi le même. Quelles que soient les idées exprimées au sujet de l'apparition des schistes à Graptolites, on doit constater que cette

1. La liste de ces fossiles a été donnée par Barrande dans sa « Défense », IV, pp. 116-128, où il affirme que ces formes proviennent des colonies. Dans son œuvre fondamentale, Barrande distingue les formes qui se trouvent dans les colonies et les formes qui proviennent de la bande d_5 contenant presque toutes les colonies.

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

apparition est subite, qu'il n'y a aucune transition entre les schistes à Graptolites des colonies et les schistes à intercalations de quartzites de l'étage D qui les entourent.

Une question que Barrande ne pouvait expliquer était celle de savoir pourquoi *aucune colonie ne contient de faunes mixtes*, composées de forme de l'Ordovicien de la Bohême et de formes gothlandiennes. La faune étrangère, à caractère plus jeune, aurait dû se mêler pendant la migration avec la faune ordovicienne qui apparaît dans l'étage D. Toute la grande collection de formes provenant des colonies et ramassée par Barrande et le matériel que j'ai récolté moi-même dans les couches avoisinantes ne m'ont fourni aucune preuve certaine de l'existence d'*un mélange* de la deuxième faune avec la troisième faune de Barrande. La faune des colonies se compose exclusivement de formes gothlandiennes identiques à celles des assises normales de l'étage E, c'est-à-dire d'espèces de la troisième faune de Barrande.

J'insiste tout spécialement sur ces faits parce que Barrande signalait l'existence d'un *mélange* de la deuxième faune avec la troisième faune dans une seule colonie au milieu des assises de (= bande Dd_4 de Barrande) qu'il nomma colonie « Zippe ». L'affleurement où l'on pouvait voir cette colonie n'est plus accessible ; il se trouvait à Prague même, dans l'entaille de la grande route qui existait autrefois à Bruska ; selon Barrande, on y voyait des concrétions calcaires entourées de schistes grauwackeux et argilo-gréseux alternant avec de nombreux bancs de quartzites de 5-20 cm. d'épaisseur[1]. Dans l'une de ces lentilles d'environ 25 cm. d'épaisseur Barrande découvrit 4 Trilobites caractéristiques de l'Ordovicien et 4 Trilobites particulièrement caractéristiques du Gothlandien de la Bohême et n'apparaissant que dans l'étage E ; Barrande trouva en outre dans la même lentille 8 espèces de Brachiopodes connus seulement du Silurien supérieur. En somme, la faune de la lentille calcaire se composait, suivant Barrande, des formes suivantes :

Faune seconde :	**Faune troisième :**
Asaphus nobilis Barr.	*Cheirurus insignis* Barr.
Calymene incerta Barr.	*Arethusina koninckı* Barr.
Dalmanites socialis Barr.	*Sphaerexochus mirus* Beyr.

1. L'histoire de cette trouvaille unique a été exposée par Barrande en 1860 dans le *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., t. XVII, p. 612 ; Barrande mentionne cette même colonie « Zippe « dans sa « Défense des colonies », IV, p. 111-115.

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

Trinucleus goldfussi Barr.

Phacops glockeri Barr.
Leptaena euglypha Dalm.
» *haueri* Barr.
Atrypa reticularis Lin.
» *obovata* Sow.
Spirifer togatus Barr.
Orthis mulus Barr.
Rhynchonella monaca Barr.
» *daphne* Barr.

J'ai pu me persuader que les échantillons conservés au Musée National à Prague sont déterminés exactement, mais certaines formes mentionnées dans la liste ne peuvent pas être retrouvées. Le reste du matériel qui comprenait les concrétions a été perdu: la caisse qui les contenait fut employée en 1848 pour la construction des barricades.

Les concrétions calcaires ne se trouvent que très rarement dans la bande dε; en général, la présence de concrétions calcaires dans l'Ordovicien de la Bohême est un phénomène anormal. On en trouve çà et là, par ex. près de Radotín. Elles ne contiennent jamais de fossiles gothlandiens, seulement des types ordoviciens. Si l'on examine les fossiles que Barrande avait extraits en brisant la concrétion mentionnée — c'est son propre témoignage — on est tout étonné de voir que les morceaux de calcaires contenant *Trinucleus goldfussi* diffèrent par leur coloration et leur grain des morceaux à Trilobites gothlandiens. Il n'est donc pas impossible que des erreurs ne se soient introduites ou que des échantillons ne se soient confondus au temps de Barrande. Peut-être aussi les fossiles ont-ils été remaniés et réunis dans la lentille en question encore au Silurien, et ce serait là la cause de la coexistence remarquable de fossiles de deux assises d'âge différent. On connaît des cas analogues dans les dépôts tertiaires et récents.

Au temps où l'affleurement en question n'était pas entièrement caché par les travaux de terrassement, il m'avait été indiqué par mon maître, le professeur Ant. Frič, contemporain de Barrande. J'avais cherché des concrétions semblables à celle de Barrande à la localité même et dans le voisinage; ce fut en vain. Je n'ai trouvé que quelques concrétions, plutôt quelques intercalations lenticulaires de quartzites. J'en ai extrait quelques restes d'espèces ordoviciennes, mais aucun fossile caractéristique de l'étage E. La colonie « Zippe » reste donc un cas particulier, inexplicable, d'un mélange de deux faunes différentes. Quoi qu'il en soit, ce cas ne peut être pris en considération lorsqu'on veut

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

apprécier l'ensemble du phénomène des colonies. Barrande lui-même semblait ne pas attacher une importance particulière à sa colonie « Zippe » lorsqu'il expliquait l'origine des nombreuses autres colonies qui ont un tout autre caractère et ne présentent jamais de mélange de faune.

En résumant tout ce qui a été dit à propos des colonies, on doit conclure que l'explication de Barrande est erronée parce que :

1) Il ne s'agit pas d'une migration de faune provenant d'autres pays — toutes les espèces trouvées dans les colonies sont certainement des formes gothlandiennes et présentent une parenté ou sont identiques aux espèces caractéristiques du Gothlandien de la Bohême.

2) La succession des zones de Graptolites et l'association des espèces dans les colonies sont absolument les mêmes que dans les assises de l'étage E en gisement normal ; l'allure lithologique des assises des deux gisements est tout à fait pareille.

3) La succession et l'association des formes de Graptolites dans les colonies et dans l'étage E sont identiques à celle du Gothlandien des autres pays. Les colonies ne contiennent nulle part de vrai mélange de faune ordovicienne avec la faune gothlandienne. Les deux faunes sont nettement séparées en Bohême.

4) Des dislocations importantes affectent les assises qui constituent les colonies et celles qui se trouvent dans le voisinage. Ces dislocations sont de différents genres.

Ce que nous venons de dire prouve avec évidence que les colonies de Barrande ne sont rien d'autre que des parties d'assises de l'étage E qui se sont trouvées déplacées le long des dislocations jusque dans les assises d'âge ordovicien.

Cette explication est très naturelle et les noms que Barrande avait donnés aux colonies ne resteront que pour désigner les localités où les schistes à Graptolites gothlandiens apparaissent comme des paquets disloqués au sein des assises ordoviciennes.

J'avoue que dans les années 1890-1900, jeune géologue et paléontologiste que j'étais, plein de respect et d'admiration pour l'œuvre de Barrande, j'espérais trouver des faits qui confirmeraient les opinions de ce savant sur les colonies. Après de longues recherches je me suis persuadé que mon effort était vain. Les études géologiques et paléontologiques dans le monde entier prouvèrent que l'explication de Barrande n'était pas juste. Je ne regrette pas d'avoir fait une étude des Graptolites de la Bohême, parce que beaucoup de nouvelles connaissances ont été acquises grâce à ces recherches. Il est par contre déplorable que Barrande

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

ait perdu beaucoup de temps et se soit donné une si grande peine pour défendre son opinion sur les colonies. Il est vrai que les longues discussions sur cette question ont eu tout de même un bon côté : elles engagèrent les ennemis, les contemporains et les successeurs de Barrande à étudier de façon approfondie le Paléozoïque de la Bohême. Bien que la discussion sur les colonies montra finalement que la conception de Barrande n'était pas juste, son nom, celui d'un illustre savant français qui rendit le Silurien de la Bohême classique et connu dans le monde entier, ne perdit rien de son éclat. Au contraire, l'intérêt pour Barrande ne fait que s'accroître, et je suis sûr qu'en continuant l'étude du Barrandien on apprendra à apprécier encore davantage ce savant.

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

L'activité volcanique dans le Barrandien

par **F. Slavík.**

Aux époques géologiques à partir de l'Algonkien jusqu'au Dévonien, qu'on continue à désigner comme les étages A-H selon la nomenclature de Barrande, l'activité volcanique ne cessa qu'à petits intervalles. Les études des roches éruptives ont été faites d'une part du point de vue purement pétrographique, avec des observations peu nombreuses sur le caractère géologique (Bořický), d'autre part du point de vue du levé des cartes et des études géologiques (Krejčí-Helmhacker, Krejčí-Feistmantel, Pošepný, Katzer). Ce n'est que dans les trente dernières années qu'on a uni ces deux points de vue de manière plus détaillée.

L'auteur de cet aperçu a essayé, en 1917-18, de passer en revue les résultats des investigations accomplies jusqu'à ce temps sur le volcanisme du Barrandien [1]. L'excursion de la *Société géologique de France*, et les discussions avec les collègues français qui ont eu lieu sur quelques affleurements des plus caractéristiques, lui donnent à présent, vingt ans après, l'occasion d'exposer en traits généraux, quels progrès ont été faits par les nouvelles études à la fois géologiques et pétrographiques, et comment elles ont modifié et élargi nos connaissances sur ces formations éruptives.

D'après nos connaissances actuelles, les principales phases de l'ancien volcanisme préhercynien sont les suivantes :

On ne connaît pas d'éruptions — ni effusives ni intrusives — qu'on pourrait dater dans la période préspilitique de l'Algonkien. Les sédiments de cette période, métamorphisés pour la plupart en phyllades et micaschistes (région de Žlutice, d'après M. Ketner [2]), ne contiennent pas d'anciennes laves contemporaines. Dans l'*étage moyen de l'Algonkien* on constate une *très puissante activité volcanique du magma basaltique.*

La lacune suivante comprend l'Algonkien supérieur ($b\gamma$) et le Cambrien ($c\alpha$ et $c\beta$) pendant toute la période de leur sédimentation. Par contre, dans les périodes suivantes, comprises entre le Cambrien moyen et le commencement de l'Ordovicien, il n'y avait pas de sédimentation, mais l'activité volcanique recommença par les *effusions* des *porphyrites* (*paléandésites*) *et cératophyres*, suivies par celles des *porphyres quartzifères.*

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

Pendant la période de sédimentation des couches de Krušná hora dα (= Trémadoc), il y eut une nouvelle interruption du volcanisme. Ce n'est que dans le Skiddavian (dβ) que la réapparition du magma basaltique eut lieu, et jusqu'au Dévonien moyen (gβ) durèrent ses éruptions, atteignant un maximum pour la première fois au commencement, dans le dβ, et pour la deuxième fois dans le Gothlandien inférieur, eα. En ce qui concerne la variabilité structurelle, les diabases du Silurien sont beaucoup plus monotones que les produits du magma basaltique algonkien, et la plupart des types représentés dans les éruptions algonkiennes font ici complètement défaut.

Le plissement hercynien est précédé et accompagné par une *activité plutonique* très intense. Les roches produites par elle font l'objet de la note ci-dessus de M. Orlov.

Les éruptions diabasiques — spilitiques — dans l'Algonkien.

La plus grande partie de ce puissant complexe éruptif a été décrite, en 1909, par l'auteur dans une étude monographique comprenant les terrains algonkiens au SW de Kladno jusqu'à la limite séparant l'Algonkien du Cristallophyllien de la Forêt de Bohême, près de Klatovy [3]. En 1912, M. Kettner [4] publia une description à la fois pétrologique et géologique des éruptions algonkiennes des terrains avoisinants la vallée de la Vltava au N et au S de Praha, et en 1915 l'auteur étudia les produits du volcanisme dans la région de Příbram [5]. Les travaux du Service géologique de la République Tchécoslovaque ont complété les données topographiques et illustré la tectonique de l'Algonkien et ses éruptions pour une grande partie, comprise dans les feuilles de Praha, Kladno et Beroun-Hořovice. Il ne reste que la région de Spálené Poříčí-Blovice, où on a à faire des études plus détaillées.

D'après la variété la plus répandue des diabases algonkiennes, j'ai proposé pour tout ce complexe éruptif le terme de *spilites*. Je me sers du nom « spilite » dans son sens original d'après Alexandre Brongniart, adopté par Rosenbusch, c'est-à-dire : « diabases provenant d'un magma gabbroïde, effusives, pauvres en phénocristaux, avec des faciès à structures typiques des roches d'épanchement : roches amygdaloïdes, variolites, pillow lavas, etc. » Par conséquent, les spilites de l'Algonkien de la Bohême correspondent à ce qu'on nommait *aphanites diabasiques*, et diffèrent essentiellement des spilites de MM. Dewey et Flett, carac-

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

térisées par la présence de l'albite, et passant aux produits des magmas alcalins. Le caractère non-alcalin des spilites de notre Algonkien a été souligné récemment par M. Stark [6], qui a fait un aperçu comparatif des formations éruptives prétertiaires de Bohême et constaté, que même les détails de la composition minéralogique des spilites classent ces roches dans la catégorie typiquement alcalinocalcique ou pacifique.

La variabilité structurelle des éruptions spilitiques est manifestée par la richesse des types de roches diabasiques, développées comme faciès éruptifs passant graduellement les uns aux autres. Pour aucune de ces variétés on n'a pu constater jusqu'ici une occurrence géologique constante, par exemple aux bords ou dans les parties centrales des coulées, dans des zones ou dans des niveaux distincts.

Les faciès structuraux observés dans la formation éruptive de l'Algonkien sont les suivants :

Dans presque toute l'étendue de la formation, c'est la *spilite* (*aphanite*) compacte qui est la variété prédominante. Ce sont des roches diabasiques, compactes à l'œil nu, de couleur grise légèrement bleuâtre, holocristallines, sans ou presque sans phénocristaux de la première génération ; leur structure microscopique s'approche beaucoup plus fréquemment de la structure radiale (microvariolitique) que de la structure ophitique des diabases typiques. Les feldspaths sont des plagioclases assez basiques (labradorites), l'augite est développée le plus fréquemment dans la variété brunâtre, laquelle se répète très typiquement dans les variolites, l'olivine est très rare et toujours épigénisée par des minéraux secondaires : chlorites, quartz, carbonates rhomboédriques. L'ilménite, pour une grande part leucoxénisée, est presque toujours abondante, la magnétite aussi fréquente.

Les *aphanites variolitiques* ne diffèrent pas par leur aspect macroscopique des spilites compactes ; la structure microscopique est plus ou moins radiale, sans qu'une séparation parfaite des sphérocristaux et de la masse interstitielle eût lieu.

Les *variolites* typiques caractérisent exclusivement, dans toute la série desroches éruptives du Barrandien, la formation spilitique algonkienne ; on ne les retrouve dans aucune des séries éruptives postérieures. Les variolites sont aussi, presque sans exception, holocristallines comme les roches précédentes. Les varioles ont une composition et une structure assez variable ; en dehors du type plus commun avec des sphénocristaux de plagioclase très nettement développés, on observe parfois des varioles constituées prévalemment par une augite brunâtre, dont

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

les individus sont orientés irrégulièrement. Les détails structuraux sont décrits dans les publications citées. Il suffit de faire observer, pour la comparaison avec les pillow-lavas mentionnées plus bas, que parfois la masse interstitielle diffère des varioles par une teneur en augite beaucoup plus importante, c'est-à-dire qu'elle a une composition chimique notablement plus basique que les varioles formées antérieurement.

Les *porphyrites diabasiques*, soit avec un plagioclase, soit avec un pyroxène presque incolore comme minéraux de la première génération, sont assez subordonnées et ne forment que des petites parties dans les spilites compactes.

Les *roches amygdaloïdes* sont par endroits assez puissamment développées. Abstraction faite des vacuoles, ces roches sont identiques aux spilites compactes ou aux aphanites variolitiques, aux porphyrites, pillow lavas, etc. Le remplissage des vacuoles est le plus souvent chloritique, en quelques cas on trouve du quartz et de la calcite. Comme rares exceptions, la labradorite et le verre diabasique ont été observés.

Les *porphyrites et les roches amygdaloïdes plus acides*, caractérisées par la présence de l'oligoclase, de l'orthose et du quartz, sont limitées en une petite partie au NE de Dobříš.

Les *pillow lavas* sont, comme les variolites, les plus typiques parmi les roches éruptives de l'Algonkien ; on ne les retrouve pas ailleurs dans le Barrandien. Dans la publication [3] je les ai nommées ; « brèches vitreuses », en me basant sur les formes anguleuses et fragmentaires des inclusions dans quelques roches des environs de Týřovice. L'étude compréhensive des pillow lavas, publiée quelques ans après par M. J. Volney Lewis [7], m'a montré leur identité avec nos roches ; mais je n'ai trouvé, même dans l'ouvrage cité, que d'assez rares exemples du phénomène très typique et observé dans la plupart des pillow lavas du Barrandien, c'est-à-dire que la masse interstitielle est, sauf quelques exceptions, une *roche volcanique* pour la plus grande part *vitreuse*, tandis qu'on ne connaît pas dans notre Algonkien des verres diabasiques en dehors des pillow lavas. La construction d'une chaussée près de Vodochody, au N de Praha, a mis à nu une pillow lava offrant la possibilité d'une analyse chimique, dont les résultats donnés plus bas montrent pour les « coussins » l'identité avec les diabases communes, mais pour la masse vitreuse interstitielle une composition beaucoup plus basique, s'approchant des picrites [8, 9, 10]. En des cas moins fréquents la substance interstitielle est un mélange de minéraux épigénétiques : chlorite, quartz, prehnite, carbonates.

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

Les *diabases ophitiques phanéromères* prédominent dans une part de l'Algonkien au N et à l'W de Týřovice et ne sont que rarement développées ailleurs ; elles n'offrent pas de particularités minéralogiques ou structurelles, sauf que leurs ilménites leucoxénisées dépassent les dimensions normales : elles atteignent 1-2 millimètres.

Les *protérobases* avec une hornblende brune ne se trouvent qu'au N de Příbram ; ce sont quelques filons dont l'attribution à la série spilitique reste douteuse [5, 11].

Un *tuf* diabasique a été constaté une seule fois dans la coupe géologique de la vallée Lipíž près de Dobříš au NE de Příbram [5, 11].

Pour les analyses chimiques, les spilites algonkiennes ne sont que rarement favorables à cause de leur décomposition avancée. Mais pourtant la nature basaltique, non-alcaline des spilites est prouvée par les analyses suivantes :

	I	II	III	IV
SiO_2	48,39 %	52,09 %	52,59 %	35,40
TiO_2	—	1,16	1,34	1,48
Al_2O_3	13,43	12,62	13,70	9,88
Fe_2O_3	9,19	0,05	0,44	2,40
Cr_2O_3	—	0,02	0,03	trace
FeO	4,65	9,52	10,09	22,62
MnO	trace	0,20	0,08	0,18
MgO	4,26	7,54	6,43	12,34
CaO	12,83	9,90	7,72	5,60
Na_2O	3,23	3,28	4,15	0,43
K_2O	0,99	0,21	0,93	0,32
P_2O_5	0,35	1,28	0,34	1,47
S	trace	0,09	0,04	0,02
CO_2		—	traces	0,42
H_2O 105° +	2,98	1,97	1,82	6,88
H_2O 105° —		0,20	0,20	0,65
Cl	—	0,05	0,03	0,05
Matière organique	—	0,08	0,04	0,03
	100,30 %	100,26 %	99,97 %	100,17

I. Roche amygdaloïde de Skomelno près de Radnice, analysée par J. Friedrich en 1908 [3].

II. Spilite compacte du mur du Carbonifère, mine Barré à Kladno ; analysée par V. Veselý en 1925 [8].

III. Spilite compacte formant les « coussins », Vodochody près de Praha, Veselý 1925 [8].

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

IV. *Verre basique* interstitiel de la même pillow lava, Veselý 1925 [8].

Le métamorphisme des spilites est un métamorphisme *régional* plus ou moins intense, qui a ouralitisé l'augite, leucoxénisé l'ilménite, tandis que les plagioclases ont été remplacés par de la zoïsite et clinozoïsite ou recristallisés sans l'albitisation. Comme l'on a trouvé des galets spilitiques déjà métamorphisés dans les conglomérats du Cambrien (Čertův pahorek et autres endroits près de Příbram), on doit regarder ce métamorphisme régional comme un cas d'autométamorphisme produit par l'action thermale postvolcanique, laquelle a été la dernière phase du volcanisme spilitique lui-même [1].

Dans la région de Klatovy, Švihov et Štěnovice, au Sud-Ouest, un métamorphisme plus intense a produit des roches de la même composition minéralogique : amphibole + plagioclase basique recristallisé + minéraux du groupe zoïsite-épidote + leucoxène, sauf que le minéral amphibolique est pour la plupart une hornblende verte, plus compacte que l'actinote aciculaire des spilites ouralitisées. La structure de ces roches métamorphisées est plutôt grenue, panallotriomorphe, mais parfois on observe des restes de structures effusives porphyriques ou ophitiques. Par leur aspect extérieur et par leur ténacité ces roches métamorphiques s'approchent des amphibolites.

Évidemment dans cette partie de l'Algonkien le métamorphisme ultérieur, hercynien, produit par les éruptions plutoniennes, a agi sur les spilites non-métamorphisées ou autométamorphisées en les métamorphisant plus profondément.

Du point de vue géologique, l'âge algonkien des éruptions spilitiques est démontré surtout par la présence de galets de spilite dans les sédiments du Cambrien (Skryje-Týřovice, région de Příbram-Dobříš) et même dans ceux de l'Algonkien supérieur, où Kettner les a constatés en plusieurs points : Jíloviště, Říčany et ailleurs [11]. La plupart des éruptions spilitiques sont des coulées laviques, intercalées en concordance entre les couches des schistes et grauwackes algonkiennes, et ont subi tous les mouvements tectoniques avec elles, comme l'ont montré Kettner pour les environs de Skryje [11 a] et de Dobříš [11 b], Andrusov pour les parties situées au NW, aux environs de Plasy [11 c], et Kodym pour la région de Křivoklát [21, 22]. Les intrusions appartenant à la formation spilitique ne sont pas fréquentes (protérobases filoniennes au N de Příbram).

Le métamorphisme régional est presque général dans la plus grande partie du terrain algonkien septentrional, sauf les régions

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

de Radnice, de Křivoklát-Týřovice-Zvíkovec et les environs méridionaux de Kladno ; dans la zone méridionale (régions de Mirošov, Příbram, Dobříš et Zbraslav) le métamorphisme est presque absent [3].

Les éruptions cambriennes. La zone éruptive entre Křivoklát et Rokycany.

Sur les cartes géologiques de la Bohême on voit une longue et étroite zone éruptive dont la direction générale est celle des couches du Barrandien, entre Křivoklát au NE et Rokycany au SW ; sur les cartes plus détaillées, cette zone éruptive est accompagnée par de petits îlots formant sa continuation, dont la longueur totale est de quelque 60 km. Parallèlement à la direction longitudinale, cette zone éruptive est divisée en deux parts : au N ce sont des *felsophyrites*, produit d'un magma surtout andésitique, au S des *porphyres quartzifères* provenant d'un magma rhyolithique. Déjà dans la période prémicroscopique de la pétrographie K. Feistmantel [12, 13] a publié des observations importantes sur ces roches éruptives, mais il s'est résigné à préciser leur position géologique et chronologique, les données sur leurs relations avec les formations sédimentaires ne paraissant pas fournir une solution définitive. Plus tard F. Pošepný, le grand maître de la science des gîtes de minerais, considéra dans son œuvre sur Příbram [14] les porphyres comme appartenant au Cambrien ou comme situés entre le Cambrien et le Silurien inférieur, sans toutefois donner de preuves à l'appui de cette opinion, contraire à celles émises antérieurement (exprimées par Lipold [15] et autres) qui considéraient les porphyres comme plus récents que les couches ordoviciennes des horizons $d\beta$ à $d\varepsilon$. En même temps à peu près, F. Katzer dans son manuel de Géologie de la Bohême [16], p. 1486, plaça l'éruption de la plupart des porphyres avant le Cambrien, également sans prouver en détail cette détermination, et A. Rosiwal [17] décrit à l'occasion des travaux géologiques de J. J. Jahn [18] les roches du voisinage du Cambrien de Skryje et de Týřovice et constata dans la zone felsophyrique pour la première fois des *cératophyres* (ruines de Týřov) ; ses observations ont été complétées par K. Hinterlechner [19].

La solution des questions relatives à l'âge géologique de la zone éruptive de Křivoklát-Rokycany a été donnée par les recherches de Kettner [20], qui a confirmé la présence de très

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

fréquents galets de porphyres dans les grauwackes et conglomérats du Trémadoc ($d\alpha$) et prouvé que la supposée glauconie de ces sédiments n'est qu'un mica compact qui épigénise la pâte vitreuse des fragments clastiques des porphyres. En dehors de cela, la coupe géologique de la carrière Turkovna près de Březina montre la concordance complète des coulées de paléandésites, plus anciennes, et celles de porphyres plus récents, avec intercalations de tufs. Par une autre trouvaille de grands galets de felsophyrites dans un conglomérat au toit des schistes à Paradoxides près de Jince, la date des éruptions est fixée encore plus précisément.

Une coupe intéressante, montrant en détail les relations géologiques des diverses roches éruptives cambriennes, a été décrite par O. Kodym au débouché de la vallée de Klucná dans celle de la Berounka [21, 22].

En général, les porphyres quartzifères de la partie méridionale sont plus récents que les roches principalement plagioclasiques de la zone septentrionale, comme le prouve la superposition de ceux-là sur celles-ci démontrée par plusieurs auteurs et l'intrusion des porphyres dans les roches felsophyritiques près du village Salcberk.

Les roches éruptives de la zone septentrionale sont d'aspect macroscopique totalement ou presque totalement compact, de couleur gris foncé verdâtre devenant noirâtre, parfois rouge par l'oxydation du fer ; elles ont pour la plupart une cassure parallélipipédique ou lamelleuse. Au microscope les feldspaths sont assez bien conservés et appartiennent aux différents termes de la série plagioclasique (de l'albite jusqu'aux labradorites acides), l'orthose étant absente ou subordonnée ; c'est pourquoi nous les nommons felsophyrites en désignant ainsi seulement leur texture sans les différencier en général en porphyrites, cératophyres, etc. Les silicates foncés sont presque toujours remplacés par des minéraux secondaires : chlorites, carbonates rhomboédriques, quartz, minerais de fer, et comme très rares exceptions on a observé (Kettner et Slavík [9], Rosiwal [17], Hinterlechner [19]) un pyroxène voisin du diopside, incolore ou verdâtre, dans quelques felsophyrites de la coupe le long de la Berounka en aval de Týřovice. Une pâte vitreuse n'est conservée que très rarement (cératophyre de Jince, Kettner [20]).

Les analyses chimiques de ces roches montrent une décomposition avancée qui rend très incertaines toutes les déterminations, mais on constate une grande variabilité de la composition globale et une approximation partielle aux roches alcalines :

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

	I	II	III	IV	V	VI
SiO_2	50,50	58,00	58,25	60,08	68,61	76,30
TiO_2	0,08	0,94	—	—	—	—
Al_2O_3	19,91	15,67	16,60	18,98	11,11	12,60
Fe_2O_3	4,29	6,38	10,17	5,17	8,86	3,10
FeO	4,42	3,45	0,80	0,41	—	0,48
MnO	0,18	0,22	—	—	—	—
MgO	2,55	1,71	1,60	0,43	0,45	0,03
CaO	9,71	2,69	3,65	4,10	0,95	0,40
Na_2O	2,79	4,46	3,07	5,99	6,16	1,32
K_2O	0,47	3,63	1,66	0,81	1,55	3,46
P_2O_5	0,15	—	0,44	1,21	0,64	
CO_2	2,15	2,21	2,04	1,40	traces	2,50
H_2O 105° +	2,47		2,42	1,83	2,12	
H_2O 105° —	0,29	0,26				
	99,96	99,62	100,70	100,41	100,45	100,19

I. Roche felsophyrique de la coupe au-dessous de *Týřovice*, avec pyroxène conservé. Analysée par A. Orlov pour Kettner et Slavík [9].

II. Roche cératophyrique de *Dolní Kváň*, analysée par J. Hanuš pour Kettner [20].

III. Roche cératophyrique de la ruine de *Týřov*, analysée par J. Friedrich pour la même publication.

IV. Roche paléandésitique de la même localité que I, analysée par J. Friedrich [20].

V. Roche felsophyrique d'Ostrovec sur le Zbirožský potok, analysée par J. Friedrich [20].

VI. Porphyre quartzifère de Zbečno (colline Lom), analyse citée par K. Hinterlechner [19].

Les porphyres quartzifères.

Ils ont été étudiés du point de vue pétrographique par Bořický [23], Hinterlechner [19] et Kettner [20]. Ils ne diffèrent pas du type général des roches volcaniques du magma granitique, étant constitués par des dihexaèdres de quartz de première génération et par une pâte felsitique ou vitrophyrique, montrant des phénomènes fluidaux et corrodant les phénocristaux de quartz.

Leur position géologique a été établie par Kettner : ce sont de grandes coulées d'âge Cambrien supérieur, interposées en

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

concordance entre les coulées et tufs felsophyriques au mur et les sédiments ordoviciens au toit. Des apophyses discordantes pénétrant dans l'Algonkien et dans les felsophyrites ne sont pas fréquentes; elles sont limitées aux environs de Křivoklát et Zbečno et à un endroit près de Zvíkovec.

Après l'éruption des porphyres quartzifères, pendant la lacune de sédimentation préordovicienne, il y a eu une grande dénudation des coulées de porphyres, comme le témoignent (Kettner, [20, 24]) les énormes masses de galets de porphyres et de fragments damouritisés de leur pâte felsitique dans les conglomérats et les grauwackes des couches $d\alpha$ (couches de Krušná hora).

Les diabases du Silurien.

La zone dβ : couches de Komárov est caractérisée par de très fréquentes et puissantes effusions diabasiques ; il y a à peine, dans l'évolution typique de la série du Barrandien, un affleurement où les diabases manquent dans cet horizon. En comparaison avec les étages postérieurs, le dβ montre des diabases de nature effusive plus prononcée : les tufs, pour la plupart riches en oxydes de fer et analogues aux schalsteins de la Rhénanie, sont le faciès prépondérant de cette formation effusive. En outre, on observe dans les couches du dβ les diabases grenues à structure ophitique, des roches amygdaloïdes avec de la calcite ou d'un minéral chloritique dans leurs cavités, et enfin des tufs très fins passant aux schistes tuffitiques.

Les minerais oolithiques de fer [26], en ce qui concerne leur genèse, ne sont pas liés aux schalsteins et autres tufs aussi étroitement que dans d'autres régions. On observe, il est vrai, des transitions entre les minerais et les schalsteins, mais les derniers contiennent des oolites d'oligiste ou de chamosite seulement en association avec une considérable adjonction de quartz et d'autre matériel clastique ; beaucoup plus fréquemment, on observe des passages de minerais aux schistes argileux. Les coulées laviques (diabases, roches amygdaloïdes) sont toujours très nettement séparées des minerais. On est par conséquent amené à l'opinion que les éruptions diabasiques ont seulement fourni le matériel ferrique, surtout par leurs tufs très fins, riches en fer et décomposés déjà dans la période diagénétique.

Les zones dγ et dδ sont très pauvres en éruptions diabasiques, qui ne diffèrent pas essentiellement de celles des autres étages.

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

Les zones dε et dζ renferment beaucoup plus de diabases, surtout dans la région de Zdice. Dans les mines de minerais oolitiques à Chrustenice, Krahulov et Zdice on a constaté des roches diabasiques pyroclastiques — tufs et brèches volcaniques — renfermant des fragments de minerai, même avec des traces de processus diagénétiques (déferrification des oolithes) ; d'autre part, une inclusion de diabase provenant de ces tufs a été trouvée dans le minerai de Nučice. Il y a, par conséquent, des preuves de l'origine contemporaine du minerai et des éruptions diabasiques dans le dε [25].

La nature pétrographique des diabases du dζ et du dε est assez peu variée. Les diabases à structure ophitique, parfois intrusives (Seemann [26], Veselý [27]) et les tufs alternent ici comme dans les étages suivants du Gothlandien.

Les couches du dζ d'E de Praha (Strašnice, etc.) sont traversées par des filons de minettes évidemment préhercyniennes, passives dans leur relation avec la tectonique hercynienne ; par conséquent, leur attribution au magma diabasique de l'époque silurienne est vraisemblable. Elles seraient des produits de différenciation de ce magma vers les termes alcalins, aussi bien qu'une roche filonienne décrite comme aplite diabasique, mais s'approchant plutôt de lamprophyres, qui se trouve près de Neumětely (Kodym [28]).

Le Silurien supérieur et le Dévonien.

Au commencement du Gothlandien, dans l'étage graptolitique eα, nous constatons une augmentation assez intense de l'activité volcanique. Les *diabases massives* prédominent ; elles sont très souvent riches en olivine pour la plupart pseudomorphosée ; par endroits, elles passent aux roches amygdaloïdes avec de la calcite dans les cavités et géodes. Quant aux pyroxènes, il a été démontré par Ulrich [29] et Stark [6], que la tendance vers les magmas alcalins se manifeste par la présence d'aegyrinaugite et d'aegyrine dans les diabases de Budňany et de Chuchle, mais ces pyroxènes alcalins restent toujours subordonnés en comparaison des augites communes diabasiques. L'olivine est presque toujours pseudomorphosée en serpentine ; Mácha [30] a constaté une transformation en *iddingsite* dans la diabase de Hodkovičky sur la Vltava, vis-à-vis de Chuchle. Comme minéraux secondaires d'origine hydrothermale les *zéolithes*, surtout l'analcime, abondent en quelques endroits : Hodkovičky, Chuchle, Radotín ; plus

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

rarement on a trouvé aussi l'albite, la datolite et la prehnite dans les petites fissures (comp. [31], etc.).

Les *roches amygdaloïdes* et les *tufs*, surtout la variété caractéristique de ces derniers, nommée populairement žabák (roche de grenouille), alternent avec les variétés ophitiques précédentes. La nature intrusive d'une assez grande partie des diabases gothlandiennes et dévoniennes est prouvée par plusieurs auteurs ; mais leur rôle pendant le plissement hercynien a été toujours passif, comme l'a démontré p. ex. Jos. Woldřich [32] dans la région au SW de Karlštejn. Les effets du contact diabasique ont été étudiés, par de précises analyses chimiques, par V. Veselý [27], qui a constaté l'augmentation de silice et de soude, la diminution de la potasse, des monoxydes, de l'acide carbonique et de l'eau pendant le métamorphisme de contact. Un cas très intéressant de contact pneumatolytique a été décrit par Slavík et Fišer [33] au toit d'un filon-couche sous Lištice entre Beroun et Svatý Jan pod Skalou : les couches $e\alpha$, schistes riches en calcite, ont été métamorphisés en une roche compacte d'aspect adinolique, constituée presque entièrement par de la *datolite*, borosilicate de calcium.

L'activité volcanique finit dans le Dévonien, dans les couches duquel on trouve une seule éruption de tuf près de Chojnice au-dessous de Tachlovice. Dans les étages de $g\gamma$ et de h, on ne connaît jusqu'ici aucune éruption contemporaine.

BIBLIOGRAPHIE

1. F. Slavík. Vulkanismus v Barrandienu, *Časopis Národního Musea*, 91, 1917, pp. 235-241, 359-372, 468-481, et 92, 1918, pp. 24-31 et 61-62.
2. R. Kettner. O poměru svorů k fyllitům a rulám na Žluticku, *Rozp. Čes. Akademie*, 1913, n° 43. Résumé dans le *Bulletin intern. de l'Ac. d. Sc.*
3. F. Slavík. Spilitické vyvřeliny v praekambriu mezi Kladnem a Klatovy, *Archiv pro přírodovědecké prozkoumání Čech* XIV. 2, 1909 (en tchèque et en allemand).
4. R. Kettner. O některých vyvřelinách povltavského algonkia, *Rozp. Čes. Akad.*, 1912, n° 30. Résumé.
5. F. Slavík. O spilitech v algonkiu příbramském, Slavnostní spis II. *třídy České Akademie k 70. narozeninám Karla Vrby*, 1915. Résumé : *Bull. intern.*
6. M. Stark. O příbuzenských vztazích spilitových vyvřelin ve středních Čechách, Věda přírodní 1936, pp. 196-198. Comp. N°. 34.

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

7. J. Volney Lewis. Origin of Pillow Lavas, *Bulletin of the Geological Society of America*, 25, 1914, pp. 591-654.

8. F. Slavík. Les pillow-lavas algonkiennes de la Bohême, analyses chimiques faites par V. Veselý, *Compte rendu du XIV. Congrès Géologique International*, Madrid 1928, pp. 1389-1398. Le même en langue tchèque : *Časop Nár. Musea*, 101, 1927, pp. 1-9.

9. R. Kettner et F. Slavík. Nový profil v algonkiu a kambriu tejřovickém, *Rozp. Čes. Akad.*, 38, 1928, n° 10. Résumé.

10. G. Steinmann, Die ophiolithischen Zonen in den mediterranen Kettengebirgen, Compte rendu du XIV[e] *Congrès Géologique International*, Madrid, 1927, pp. 637-668.

11. R. Kettner. O slepencích žiteckých-nejspodnějším horizontu českého kambria. *Rozp. Čes. Akad.*, 24, 1915, n° 34, Résumé.

11 *a*. R. Kettner. Beiträge zur Kenntnis des Kambriums von Skreje, *Věstník K. č. společnosti*, 1913, n° 2.

11 *b*. R. Kettner. Zpráva o geologických studiích v okolí Dobříše, *Sborník České společnosti zeměvědné*, 1915, pp. 137-156.

11 *c*. D. Andrusov. Předběžná zpráva o geologickém mapování na Plassku, list Královice-Břasy, v roce 1925, *VěstníkSt. geol. úst. ČSR*, 1, 1925, pp. 119-123, résumé français pp. 123-126.

12. K. Feistmantel. Die Porphyre im Silurgebirge von Mittelböhmen, *Abhandlungen der K. böhm. Gesellschaft der Wissenschaften*, 5, 1859.

13. K. Feistmantel. Geologische Skizze der Umgebung von Pürglitz (Křivoklát), Lotos 1856.

14. F. Pošepný. Beitrag zur Kenntnis der montangeologischen Verhältnisse von Příbram, *Archiv für praktische Geologie*, 2, 1895, pp. 609-752, v. pp. 665 et 682.

15. M. Lipold. Die Eisensteinlager der silurischen Grauwackenformation in Böhmen, *Jahrbuch d. geolog. Reichsanstalt Wien*, 1863, pp. 339-448.

16. F. Katzer. Geologie von Böhmen, 1892.

17. A. Rosiwal. Petrographische Notizen über Gesteine aus dem Tejřovicer Cambrium, *Verhandlungen der geolog. Reichsanstalt, Wien*, 1894.

18. J. J. Jahn. Über die geologischen Verhältnisse des Cambrium von Tejřovic und Skrej in Böhmen, *Jahrbuch der geolog. Reichsanstalt Wien*, 1895, pp. 641-790.

19. K. Hinterlechner. Über die petrographische Beschaffenheit einiger Gesteine des westböhmischen Cambriums und des benachbarten Gebietes, *Jahrbuch der geolog. Reichsanst. Wien*, 1902, pp. 163-222.

20. R. Kettner. O kambrických vyvřelinách v Barrandienu a jejich poměru k vrstvám krušnohorským, *Rozp. Čes. Ak.* 25, 1916, n° 38. Résumé.

20 *a*. R. Kettner. O tvarech paleozoického vulkanismu ve středních Čechách, Věda přírodní XI, 1930, pp. 175-179, 225-235 et 257-262.

21. O. Kodym. Mapovací zpráva z Křivoklátska z roku 1926, *Věstník St. geolog. ústavu ČSR*, 2, 1926 pp. 265-271, résumé français pp. 271-274.

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

22. O. Kodym. Zpráva o geologickém mapování v jihozápadní sekci listu Kladno v roce 1927, *Věstník St. geolog. ústavu ČSR*, 3, 1927, pp. 232-236, résumé français pp. 237-240.
23. Em. Bořický. Petrologická studia porfyrových hornin v Čechách, *Archiv pro přírod. výzkum* Čech IV, 3, 1880, en tchèque et en allemand.
24. R. Kettner. Příspěvek k petrografii vrstev krušnohorských $d_1\alpha$, *Rozp. Čes. Akademie*, 1916, 25, n° 16 et 34. Résumé.
25. L. Slavíková et F. Slavík. Studie o železných rudách českého spodního siluru I-III, *Rozpravy Č. Akademie*, 1917, n° 33, 37 et 62. Résumé.
26. F. Seemann. Das mittelböhmische Obersilur- und Devongebiet südwestlich der Beraun, *Beiträge zur Palaeontologie Oesterreich-Ungarns*, 20, 1907, pp. 69-114.
27. V. Veselý. O kontaktech diabasu se sedimenty středočeského siluru, *Časopis N. Musea*, 95, 1921, pp. 1-6 et 62-70.
28. O. Kodym. Diabasový aplit z Housiny u Zdic v Čechách. *Rozp. Čes. Akad.* 30, 1921, n° 22. Résumé.
29. F. Ulrich. O některých vyvřelinách ordovika a siluru v Barrandienu, *Věstník* VI. sjezdu čs. přírodozpytců, etc, 1928.
30. B. Mácha. O žilných horninách od Zábělhlic a diabasu od Hodkoviček, *Věstník K. č. společnosti nauk*, 1900, n° 13.
31. F. Ulrich. Petrografický rozbor diabasu z Radotína. *Věstník St. geolog. ústavu*, 4, 1928, pp. 115-123.
32. J. Woldřich. O tektonice, třetihorách a diluviu v území mezi Berounkou u Budňan, Zadní Třebání a Litní, *Věstník K. č. společnosti nauk*, 1914, n° 10.
33. F. Slavík et Jos. Fišer, Datolith pod Lišticí u Berouna, *Věst. K. č. společnosti nauk*, 1902, n° 50 et *Centralblatt für Mineralogie* 1902, pp. 229-235.
34. M. Stark. Zur Gauverwandtschaft der Spilitgesteine Innerböhmens, *Věstník K. Č. společnosti nauk*, 1936.

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

Le cristallin des Carpathes tchécoslovaques [1]

par **Vladimir Zoubek**.

Différents modes de subdivision du cristallin carpathique sont possible ; nous envisagerons les principaux, qui sont basés sur :

1) l'allure antémésozoïque et les faciès primitifs de métamorphisme ;

2) les faciès de métamorphisme carpathique qui sont naturellement en relation de causalité avec la subdivision tectonique de cette chaîne de montagnes.

Dans le premier chapitre de cette note, nous adopterons le premier mode de subdivision en laissant de côté les faciès de métamorphisme jeunes déterminés par le plissement alpin-carpathique qui feront l'objet du second chapitre.

1. Allure primitive, antémésozoïque, du cristallin carpathique.

En allant du massif de Bohême vers les Carpathes, on peut distinguer dans le cristallin une série de provinces minérales de premier ordre, à savoir :

Moldanubien	Massif de Bohême.
Zone morave	Zones externes des Carpathes.
?	Zones externes des Carpathes.
Province de la « crête exotique »	Piénides.
Province des Tatrides, Granides et Gémérides	Carpathes centrales.

La zone à laquelle appartient le cristallin des zones externes des Carpathes est encore insuffisamment connue, l'étude pétrographique des galets de roches cristallines du Flysch n'étant qu'en partie terminée. Il est certain que le cristallin de ces galets a au moins partiellement un faciès morave (calcaires phyllitiques et phyllades ayant le type de Paléozoïque morave, spécialement du Dévonien, qu'on trouve en galets par ex. près de Valašské Meziříčí, granites du type morave, etc.).

Cristallin des Tatrides, Granides et Gémérides. En ne tenant compte que du métamorphisme antémésozoïque, on peut distin-

1. Traduit du tchèque par D. Andrusov.

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

guer dans les formations antérieures au Carbonifère deux faciès principaux de métamorphisme : le faciès catazonal et le faciès épizonal.

Les roches du premier faciès constituent principalement les Tatrides et les Granides ; elles ne pénètrent probablement pas dans les Gémérides. La série épimétamorphique prend part principalement à la constitution des Gémérides ; on la constate également dans les Tatrides (Petites Carpathes).

Avant que les phénomènes de métamorphisme et de granitisation ne se soient produits, la masse principale des roches des deux régions à faciès de métamorphisme différent était formée par une série supercrustale détritique (schistes, grauwackes et grès) contenant des roches basiques effusives accompagnées de leurs tufs et de roches basiques intrusives (hypabyssales). La série à faciès épizonal contient une quantité relativement plus grande d'intercalations de roches graphitiques (schistes, quartzites et phtanites), mais une partie des schistes graphitiques appartient certainement au Carbonifère. Ce qui est caractéristique des deux régions à métamorphisme différent, c'est que les roches organogènes calcaires font défaut. Ce caractère régional ressort particulièrement bien lorsque nous comparons nos séries avec le Paléozoïque et le cristallin des Alpes orientales ou avec le Moldanubien et la zone morave. La présence de quelques gisements de calcaires d'extension insignifiante ne change rien à l'allure générale de ce caractère. D'ailleurs, au moins une partie de ces roches carbonatées sont des tufs diabasiques, imprégnés par du calcaire thermal.

On a toujours admis l'âge paléozoïque de cette série supercrustale à faciès épizonal[1]. La série en question conserve son caractère fondamental dans le faciès catazonal ; le métamorphisme des roches des deux séries a un caractère de passage dans les zones-limites entre les deux séries. Il est donc probable que la série catazonale et la série épizonale ne sont que deux faciès de métamorphisme affectant les assises d'un seul complexe d'âge paléozoïque inférieur et peut-être aussi algonkien.

En établissant un parallèle entre les deux séries, nous nous heurtons à des difficultés quant à l'explication du mode de gisement des porphyroïdes. Les porphyroïdes du Paléozoïque supérieur (Permien) apparaissent dans la région à métamorphisme catazonal, d'une part dans les assises du Verrucano comme roches effusives accompagnées de tufs, d'autre part dans le cristallin

1. Woldřich « série à diabases » dévonienne près de Dobšiná ; Zelenka-Matějka, série phyllito-diabasique, série de Gelnica, etc.

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

comme formes hypabyssales intrusives dont la relation avec les formes effusives contemporaines est nette (par ex. dans la zone tatride de Lubietová). Dans la région épizonale, on trouve des porphyroïdes effusifs et intrusifs comme précédemment. Une partie de ces porphyroïdes est certainement liée au Verrucano de la zone à cristallin épizonal ; les porphyroïdes sont donc en partie plus jeunes (Paléozoïque supérieur) que les autres membres de la série paléozoïque ancienne qui les contient. Pour le moment, il n'est pas possible de prouver qu'à côté des porphyroïdes récents, il n'existe pas de roches paléozoïques inférieures identiques. En tout cas, on ne connaît pas, dans la série à faciès catazonal, de roches de cette deuxième catégorie qui soient des équivalents des porphyroïdes paléozoïques et qui présentent ici l'allure des leptynites.

La série épizonale a le faciès de phyllites séricitiques et chloritiques ; les roches effusives basiques et les tufs apparaissent sous forme de « roches vertes » (« Grünschiefer ») à chlorite, amphibole (actinolite) et épidote-zoïsite comme minéraux caractéristiques. Le métamorphisme des roches de l'épizone, date, au moins en partie, des mouvements orogéniques varisques. C'est ainsi que dans les Petites Carpathes, au moment de l'intrusion du granite paléozoïque récent, les roches basiques étaient déjà à l'état schisteux, malaxé, et avaient donc déjà le faciès des roches vertes. Dans les Gémérides, le Paléozoïque supérieur et le Mésozoïque, lorsqu'ils ont été plissés ensemble avec leur soubassement ancien et exposés aux mêmes conditions, montrent souvent le même faciès de métamorphisme que le Paléozoïque ancien. Ce n'est que le Mésozoïque décollé du soubassement qui a été épargné par le métamorphisme. Ces phénomènes rendent difficile la distinction de l'épimétamorphisme varisque et de l'épimétamorphisme alpin-carpathique dans la série paléozoïque des Gémérides. Je crois qu'ici aussi l'épimétamorphisme du Paléozoïque ancien est en grande partie varisque (ou calédonien).

Dans la région à métamorphisme épizonal, apparaissent sporadiquement des massifs granitiques qui sont des vraies intrusions magmatiques appartenant à la phase d'intrusion granitique jeune du cycle varisque (granites postorogéniques). Ces granites déterminent dans leur voisinage des phénomènes de métamorphisme de contact et une migmatisation qui rappelle localement les transformations du type catazonal. Mais les migmatites qui se forment au contact des massifs granitiques postorogéniques ont une allure différente, les phénomènes d'injection et de feldspathisation métasomatique qu'on observe plus rarement diffèrent

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

par leur caractère de ceux qui résultent de la granitisation synorogénique. Ni au point de vue géologique (âge et relation avec les phases orogéniques) ni au point de vue pétrographique (différents faciès de granitisation), ces migmatiques ne sont des équivalents des migmatites de la série catazonale.

La zone où le catamétamorphisme varisque (autant qu'il a été épargné par les mouvements orogéniques carpathiques) a une allure régionale correspond à la majeure partie du cristallin des Tatrides, de même qu'au cristallin des Granides. Il est probable que ce faciès ne pénètre pas du tout dans les Gémérides.

Certains faits nous font croire que la zone catamétamorphe était formée avant la granitisation synorogénique par des roches à métamorphisme régional correspondant à la mésozone inférieure (gneiss micaschisteux à biotite et à grenats). Ce métamorphisme régional était probablement antérieur à la phase de granitisation ancienne (synorogénique) et présentait un stade de métamorphisme précoce du même cycle orogénique varisque. La granitisation ancienne se manifesta principalement par une pénétration métasomatique du matériel feldspathique dans les paragneiss, ce qui détermina la formation de roches ayant l'allure d'orthogneiss. Ce phénomène s'observe très bien sur la pente sud de la Basse Tatra (zone de Dŭmbier). Les orthogneiss de cette catégorie de la Basse Tatra ne sont donc pas formés par un métamorphisme régional de roches granitiques grenues intrusives. Leur schistosité est le vestige de la schistosité primitive ; lorsque le degré de granitisation est élevé, cette schistosité est souvent effacée. Un autre vestige de la structure primitive de cette région est représenté par les zones d'amphibolites ; à cause de leur compacité, ces dernières ont été épargnées par la feldspathisation et apparaissent même au milieu des « orthogneiss » dans leur aspect primitif. L'apport des alcalis (spécialement de la potasse) s'exprime uniquement par une faible biotitisation qui ne se manifeste qu'à une distance de quelques millimètres du contact avec les « orthogneiss » ou par la présence de porphyroblastes biotitiques régulièrement distribués. L'alternance des amphibolites avec les « orthogneiss » imite les phénomènes de différenciation magmatique ; en réalité, il s'agit d'une alternance primaire de bandes à matériel détritique et de roches métabasiques ; les premiers ont été transformés en paraschistes et soumis ensuite à une granitisation métasomatique intense.

La granitisation observée dans la Basse Tatra est en liaison avec la mise en place d'un granite acide à deux micas qui apparaît au Sud du granite à plagioclase du Dŭmbier et que nous

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

pouvons nommer granite du type de la Kralička du nom d'un sommet proéminent de la pente sud de la Basse Tatra au SE du Dŭmbier. Cette liaison peut être interprétée de deux manières : 1) ou bien le granite du type de la Kralička était une sorte de « foyer » d'où se répandaient les solutions qui ont migmatisé les roches encaissantes ; 2) ou bien le granite de la Kralička représente un stade suprême de granitisation métasomatique, dans lequel la structure primitive (schistosité) des paragneiss a été complètement effacée.

Le granite de la Kralička est en liaison avec les nombreuses pegmatites à microcline gris (gris clair ou presque noir) qui traversent le granite et les migmatites avoisinantes. Ces « orthogneiss » hybrides sont principalement de deux types : d'un type régulièrement grenu et d'un type « œillé ». Les « yeux » des roches du second type sont formés du même microcline gris caractéristique ; dans ce cas, le matériel apporté correspond évidemment au matériel des pegmatites mentionnées. A côté des roches fortement granitisées (« orthogneiss »), nous trouvons naturellement d'autres types moins transformés passant à des types hybrides exprimés, puis à des paragneiss dont la granitisation n'est pas très marquée. A côté de ces roches de granitisation synorogénique, la zone à métamorphisme catazonal contient aussi de nombreux vrais massifs intrusifs (« batholites ») dont la mise en place s'est faite plus tard.

Il est intéressant de constater que les granites acides à deux micas accompagnés de pegmatites à microcline sombre se sont formés également à la phase postorogénique dans les Petites Carpathes. C'est justement en comparant le cristallin des Petites Carpathes avec celui de la zone du Dŭmbier de la Basse Tatra qu'on peut bien mettre en évidence la différence existant entre les deux modes de granitisation. Dans les Petites Carpathes, le granite pénètre dans les roches qui avaient avant la granitisation un faciès de phyllades chlorito-séricitiques et de roches vertes. Le granite a produit une influence de contact sur les roches du manteau qui sont caractérisées par les minéraux typomorphes que voici : biotite, grenat, staurotide. Une granitisation plus forte ne s'observe que localement ; elle a l'allure d'une injection. Le mélange du magma granitique et des éléments de la couverture se manifeste parfois par la présence, dans le granite, de fragments, petits et grands, de roches de la couverture ; ce sont tout spécialement les amphibolites, roches très compactes, qui forment toute une mosaïque de massifs enfoncés dans le granite. Le massif granitique lui-même présente des exemples de

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

différenciation des magmas. Cette différenciation se manifeste par le changement de la constitution du granite (qui est tantôt acide et à deux micas, tantôt plus basique) et par la séparation de roches de différenciation basiques à amphibole qui se sont consolidées sous forme de petits massifs dioritiques. Parfois on observe des parties entourées par le granite normal qui correspondent aux premières phases de consolidation du granite à proximité du manteau ; ces parties ont l'allure de granite à grain fin avec phénocristaux de quartz. Dans l'ensemble le granite se présente comme une vraie intrusion magmatique (« batholite »). Dans le cristallin des Petites Carpathes, les schistes cristallins sont traversés par de faibles filons-couches et des lentilles de quartz de différentes grandeurs dont l'épaisseur varie entre une fraction de mm. et quelques cm. Ce phénomène n'est en liaison ni avec la granitisation (il est plus ancien que celle-ci) ni avec un apport de matières nouvelles, mais exprime simplement une nouvelle association des éléments. On peut expliquer ces formations du point de vue chimico-physique comme phénomène de diffusion ou bien de diminution de l'énergie superficielle existant dans un système mica-quartz. Ce phénomène correspond en fin de compte à une augmentation de la capacité de glissement du matériel de la roche durant les phénomènes de malaxage, le quartz étant éliminé grâce à sa concentration en parties continues. Ce phénomène est fréquent dans les tectonites de l'épizone. Nous l'observons également dans les tectonites du cycle orogénique carpathique, par ex. dans celles de la zone de la Kraklová. Les mêmes phénomènes sont connus en dehors des Carpathes par ex. dans les tectonites épizonaux de l'Algonkien de la Bohême occidentale.

Une autre zone, tout en présentant certaines particularités, montre aussi des ressemblances avec le faciès de granitisation postorogénique ; c'est la zone des migmatites constatée au Sud de la zone de Muráň en Slovaquie méridionale[1] et retrouvée dans une région encore plus méridionale par Šuf[2].

Les deux faciès de métamorphisme, décrits précédemment, le faciès catazonal et le faciès épizonal, appartiennent à la même province minérale ; leurs caractères communs sont déterminés par la constitution analogue de la série supercrustale primitive et par la présence de granites datant de la phase orogénique posthume dans les deux séries ; ces granites postorogéniques sont

1. Zoubek, *Věst. du Service géol. de la Rép. tchécosl*, 1932.
2. J. Šuf, « Báňský svět » an 1937.

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

comagmatiques l'un par rapport à l'autre et par rapport aux granites synorogéniques de la catasérie. La série primitive qui constitue les deux faciès est probablement un complexe supercrustal de même âge appartenant au Paléozoïque ancien et peut-être aussi à l'Algonkien. La zone des micaschistes grenatifères qui se trouve au Sud de la zone de Muráň en Slovaquie méridionale (au Sud de Tisovec) réalise un certain passage entre les deux complexes à faciès de métamorphisme différent. Cette zone appartient d'après son faciès de métamorphisme à la partie profonde de la mésozone (minéraux typomorphes principaux : biotite accompagnée de chlorite, grenat, amphiboles du groupe du glaucophane).

Le cristallin de la province qui apparaît dans les Tatrides, les Granides et les Gémérides, et que nous pouvons nommer province tatro-gémérique (*Tatro-gemericum*) disparaît au Sud et à l'Est sous les sédiments de la dépression pannonique. Vers l'Ouest, cette province se continue dans les Alpes. On peut établir sa limite nord qui est déterminée par le parcours de la zone tectonique de la crête exotique de D. Andrusov. Le matériel de cette zone nous est connu uniquement d'après les galets de roches qu'on trouve dans les conglomérats du Crétacé supérieur de la couverture des Klippes internes. En Pologne, le matériel de ces galets a été étudié systématiquement par Kreutz et par d'autres auteurs polonais. La province correspondante a été attribuée par Kreutz aux soi-disant « Praecarpates » [1] et caractérisée par la prédominance de feldspaths alcalins et la fréquence de roches porphyriques. Ces traits fondamentaux se manifestent également dans la partie ouest de la zone des Klippes sur le territoire tchécoslovaque. Le cristallin de la partie ouest de la zone exotique contient de vrais orthogneiss qui se sont formés aux dépens des granites par cataclase suivie d'une recristallisation posttectonique. Les roches en question font défaut dans la province tatro-gémérique ; au point de vue chimiqne, les orthogneiss sont caractérisés par une forte alcalinité des feldspaths (microcline fréquent ; plagioclase représenté par l'albite-oligoclase avec 7-10 % d'An). Les granites de la zone exotique sont également très alcalins et acides et présentent une albitisation régionale d'origine autométamorphique ; par leur structure ils se rapprochent du type hypabyssal. Les porphyres, qui sont très fréquents, offrent également des phénomènes d'albitisation autothermale ; on trouve d'une part des porphyres filoniens qui sont en liaison

1. S. Kreutz. Der Granit der Praekarpaten Südwestpolens und seine Beziehung zu den benachbarten Granitmassiven. *Bull. Acad. Polon. Sciences et Lettres*, A, 1927.

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

nette avec le granite caractérisé plus haut, d'autre part des types effusifs dont la liaison avec le même granite peut également être acceptée. A côté de toutes ces roches, les conglomérats crétacés contiennent des granites tatriques typiques (granites normaux à oligoclase) qui sont des éléments provenant du Sud et des galets de granites acides dont le type diffère de celui que nous avons précédemment décrit ; on y trouve aussi des galets de mélaphyres qui proviennent certainement des couches de Werfen du Triasique inférieur ayant, comme c'est fréquemment le cas dans les zones internes des Carpathes, l'allure de « séries à mélaphyres » (nappe subtatrique du Choč ou de la Poludnica). Quant aux granites tatrides et aux mélaphyres, il est impossible de dire si ces éléments étaient incorporés à la crête exotique ou s'ils ont été apportés par l'eau et sédimentés au Crétacé supérieur dans les assises de la couverture des Klippes.

La province de la crête exotique apparaît dans le domaine de la zone des Klippes. Suivant Andrusov[1], les galets des roches de cette province proviennent probablement d'une partie méridionale exhaussée de l'unité piénine. Dans ces conditions, cette province peut être désignée du nom de *province piénine*.

2. Métamorphisme du cristallin des Carpathes occidentales centrales durant les mouvements orogéniques alpin-carpathiques.

La province cristalline tatro-gémérique s'est divisée pendant le plissement alpin-carpathique en plusieurs unités ayant une certaine indépendance tectonique. Ces unités, à l'exception des trois premières zones tatrides, présentent des écarts dans la composition du cristallin et du Mésozoïque. Certaines zones ou certains groupes tectoniques se distinguent en outre par une allure différente du plissement, et c'est cela qui détermine les différences dans le faciès de métamorphisme carpathique qui est fonction de la tectonique jeune.

Dans la coupe passant par Podbrezová au Sud de la crête exotique, la succession des zones principales se présente comme suit :

Zone de la crête exotique	Piénides
— hauttatrique	Tatrides
— de Lubochňa	
— de Dumbier	
— de Lubietová	

1. D. Andrusov. Věda přírodní, XVII, 1936.

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

Zone de la Kraklová	Granides
— de Muráň (= de la Králová Hola)	
— des migmatites	?
— des micaschistes grenatifères	?
— migmatito-phyllitique [1]	Gémérides.

Les principaux types de métamorphisme qui ont été distingués correspondent à la division des Carpathes en grandes unités tectoniques : les Tatrides, les Granides et les Gémérides.

Le cristallin des Granides a été comprimé et plissé de façon beaucoup plus intense que celui des Tatrides, et c'est là la différence dans l'allure régionale de ces deux unités. La présence de plis en spirale et d'autres phénomènes analogues met en évidence ce caractère du plissement des Granides. L'allure des Granides est déterminée en outre par la grande réduction de la largeur du soubassement cristallin qui est en relation avec la progression du Mésozoïque décollé vers le Nord sous forme de nappes. Les séries mésozoïques des Granides ont été poussées très loin sous forme de grandes nappes continues, tandis que dans les Tatrides le Mésozoïque ne forme que des nappes locales charriées à peu de distance.

L'essentiel concernant ces phénomènes a été exposé dans mes publications antérieures [2]. Mon schéma a été modifié par Kettner et Andrusov quant à la largeur du cristallin granide. Ces auteurs ne considèrent la zone de la Kraklová que comme zone cristalline de la nappe subtatrique *inférieure* (nappe de la Krížná). La zone de Muráň était considérée autrefois par moi comme élément des Gémérides tandis qu'antérieurement V. Uhlig et d'autres envisageaient son Mésozoïque comme élément des « Carpathes internes ». Kettner et Andrusov ont constaté sous le Mésozoïque de la zone de Muráň une autre série présentant le faciès de la nappe du Choč (Poludnica). Il est donc probable que la zone cristalline en question représente le soubassement du Mésozoïque de la nappe du Choč. La limite sud du cristallin correspondant à la nappe du Choč n'a pas pu être précisée.

L'allure régionale du plissement dans les Gémérides nous est encore peu connue.

Le caractère régional de la tectonique alpine-carpathique détermine l'allure du métamorphisme carpathique (c'est-à-dire

1. Cette zone a été constatée au Sud de la zone des micaschistes grenatifères par Šuf, *l. c.* Ses relations avec la zone des migmatites septentrionale ne sont pas encore claires. Les zones qui se trouvent au Sud de celle-ci n'ont pas été délimitées.

2. Voir Zoubek, *Věstn. du Serv. géol. tchécoslovaque*, 1930, 1935, 1936.

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

crétacé supérieur et tertiaire) du cristallin. Un métamorphisme tectonique (dynamométamorphisme) intense ne se manifeste que localement dans les Tatrides. Les changements ont une allure peu profonde, épizonale. Dans les parties fortement dynamométamorphisées, la biotite se transforme en muscovite ; la chloritisation partielle de la biotite, accompagnée d'une excrétion de l'épidote, est due principalement à une hydrolyse normale se manifestant dans les parties moins affectées. La recristallisation syntectonique et post-tectonique est imparfaite et de faible intensité. Les granites tatrides ont normalement une structure non orientée, mais montrent une cataclase que trahissent surtout le quartz (extinction roulante et division en individus dentés) et le mica qui est souvent incurvé. Les massifs centraux situés à l'Ouest (Petites Carpathes, Tribec) ont été plus fortement affectés par les mouvements tectoniques que les massifs orientaux.

La zone tatride la plus interne, c'est-à-dire la zone de Lubietová, présente, au point de vue tectonique, un intérêt particulier. Elle offre, surtout près de sa limite interne, un faciès de métamorphisme identique à celui de la zone plus interne appartenant aux Granides (zone de la Kraklová). Mais son allure générale, qui est celle d'un anticlinal rigide, la fait considérer encore comme un élément tatride. Les travaux récents de Koutek ont montré que dans la fenêtre de Staré Hory dans la B. Tatra, au-dessous des nappes subtatriques et au-dessus du granite de la zone de Dumbier, se trouve une nappe dont la partie antémésozoïque a la composition caractéristique de la zone de Lubietová (gneiss, Verrucano). Une nappe cristalline continue et largement étendue se relie donc probablement avec la zone de Lubietová. Cela nous explique très bien la cause du métamorphisme plus intense et d'allure plus profonde qu'on observe dans la partie radicale de cette unité tectonique. Ces relations ne prouvent pas encore que la zone de Lubietová appartient au soubassement cristallin (« zone des racines ») des nappes subtatriques.

Le cristallin de la zone de la Kraklová, qui appartient aux Granides et correspond à la nappe subtatrique inférieure, était primitivement formé surtout de paragneiss à intercalation d'amphibolites. A la phase alpine-carpathique, les paragneiss ont été transformés surtout en micaschistes chloritiques dont les minéraux typomorphes sont la muscovite, la chlorite, l'albite et la tourmaline (le rôle de la tourmaline a été expliqué en détail dans mes notes parues dans le *Věstnik du Serv. géol. de la Rép. tchécosl.*, 1928, 1930, 1936 et autres). L'albite de néoformation n'est jamais aussi abondante que par exemple dans la série du Wechsel des Alpes Orientales, mais il s'agit d'un phénomène

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

de même sens. Les minéraux typomorphes des amphibolites de cette zone sont : l'albite, la chlorite, l'épidote et surtout l'amphibole qui a une teinte bleuâtre (bleu vert) prononcée suivant γ. Le quartz des micaschistes se sépare fréquemment et se concentre en filonnets et en lentilles. Ce faciès rappelle considérablement les formations que Cornelius désigne dans les Alpes orientales, sur la feuille Mürzzuschlag, comme « Quarzphyllit » (« ph »). J'ai pu les examiner personnellement dans la coupe Rosegg-Krieglach [1].

La zone de Muráň (= zone de la Králova Hola de Kettner), qui appartient, d'après D. Andrusov et Kettner, à la nappe du Choč (de la Poludnica), se compose principalement de granites. Les minéraux typomorphes de cette zone sont surtout les plagioclases décomposés en albite et en produits secondaires eucristallins : épidote-zoïsite, muscovite et parfois grenat. Dans les Alpes, on nomme ces plagioclases « feldspaths fourrés » [2]. On observe en outre dans cette zone des albites de néoformation et la tourmaline, minéral qui se trouve aussi dans le Verrucano et le Trias inférieur ; la biotite rouge-brun est ordinairement transformée en biotite vert olive, avec séparation de TiO_2 à l'état de sagénite ou de sphène eucristallin.

Il est naturel que ces états métamorphiques typiques présentent des écarts locaux qui sont en relation avec les changements de l'intensité du métamorphisme ; les minéraux typiques d'une certaine zone peuvent apparaître dans une autre ; c'est ainsi que le sphène eucristallin se rencontre parfois dans les Tatrides, le plagioclase non albitisé dans les parties peu affectées des granites de la zone de Muráň. Des complexes sans traces de diaphtorèse formés de paragneiss biotitiques catazonaux apparaissent parfois dans la zone de la Kraklová.

Les faciès de métamorphisme carpathique sont insuffisamment connus dans les zones plus internes. J'ai observé des granites à feldspaths « fourrés » dans le massif qui se trouve au NE de Lučenec au milieu d'une série épizonale à métamorphisme de

1. Lorsqu'on fait une comparaison tectonique des différentes zones des Alpes orientales avec les zones correspondantes des Carpathes, il faut tenir compte de ce que ces dernières ont éprouvé un métamorphisme plus faible et de caractère plus épizonal que les premières. Le cristallin des Grisonnides apparaissant dans la fenêtre bien connue près de la terminaison NE des Alpes présente par ex. un métamorphisme plus fort que le cristallin des massifs centraux des Carpathes, quoiqu'il s'agisse certainement de la même zone tectonique. Cette différence est due à la compression plus forte des Alpes et à la présence de grandes nappes cristallines — conséquence de cette compression — qui recouvrent les éléments grisonnides dans les Alpes.

2. Cornelius, Zur Deutung zefüllter Feldspäte. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 1935.

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

contact accompagnant au Sud la zone des micaschistes grenatifères ; des micaschistes chloritiques à tourmaline ayant l'allure de ceux de la zone de Kraklová me sont connus dans la zone des migmatites au Sud de la zone de Muráň. Comme nous l'avons déjà remarqué, il sera difficile, du moins par places, de distinguer avec certitude, dans la zone phyllitique, les effets de l'épimétamorphisme varisque de ceux de l'épimétamorphisme carpathique.

Vers l'Ouest, les zones carpathiques internes en question plongent sous la couverture de roches volcaniques néogènes des montagnes de Kremnica et de Štiavnica. Une trouvaille très importante de cristallin et de Trias inférieur a été faite récemment près de Ipolské Šahy par Buday qui a eu l'obligeance de me communiquer son matériel (les gisements sont décrits en détail dans une note de Buday qui paraîtra dans le Bull. intern. de l'Acad. tchèque des Sc. 1937). Le gisement de cristallin a une grande importance pour la détermination du parcours des zones carpathiques vers l'Ouest. On y observe l'amphibolite et le micaschiste chloritique à grenat ; ces roches présentent une diaphtorèse identique à celle des zones carpathiques internes, en particulier à celles des Granides. Les minéraux typomorphes sont l'albite, la chlorite, la muscovite, le quartz en lentilles séparées que nous avons déjà décrites ; la chloritisation du grenat montre que celui-ci appartient à un stade de cristallisation antérieur et qu'il était instable pendant la diaphtorèse. Les minéraux typomorphes de l'amphibolite sont aussi ceux de la zone de la Kraklová. Les quartzites du Trias inférieur montrent une séricitisation et une tourmalinisation. Les roches qu'on a trouvées ici ne permettent pas de fixer avec précision de la continuation de quelle zone il s'agit. C'est peut-être la zone de la Kraklová ou la zone des micaschistes grenatifères.

Le dynamométamorphisme carpathique présénonien des roches de la crête exotique (série piénine) est minimum ou nul. Les granites du type exotique et les porphyres ne montrent souvent aucun changement mécanique ; même le quartz n'offre pas d'extinction roulante. Les granites du type tatrique qui se trouvent en galets dans le Crétacé ont une allure ordinaire faiblement cataclastique. C'est probablement du matériel provenant directement de la zone haut-tatrique. Nous n'avons pas assez de données pour pouvoir établir le caractère du métamorphisme ultérieur qui a accompagné les phases orogéniques jeunes des Carpathes.

Le cristallin du massif des Carpathes orientales qu'on trouve

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

dans l'extrême Est de notre République près de Rachov montre un faciès de métamorphisme carpathique qui présente, d'après les nouvelles recherches de Jantsky, des ressemblances avec celui du métamorphisme des Granides : chloritisation, tourmalinisation, métamorphose considérable du Mésozoïque. L'allure des changements indique un faciès encore un peu plus profond que dans ce dernier complexe.

*
* *

Le caractère du métamorphisme dépend, comme nous l'avons dit, de la tectonique. Il doit donc être également en rapport avec le caractère géophysique des différentes régions cristallines. Le caractère gravimétrique des Carpathes a été décrit et analysé par Beneš[1]. Les données relatives aux Carpathes occidentales centrales présentent une importance spéciale. Les régions où les roches volcaniques néogènes ont une influence doivent être éliminées. Elles présentent un caractère gravimétrique positif très fort ne permettant pas d'établir l'allure primitive qui est masquée ou fortement modifiée. Les Tatrides ont une anomalie gravimétrique positive ce qui indique, comme le remarque Schwinner[2], que leur tectonique est d'allure saxonienne. Cela correspond bien aux faits observés dans les Tatrides dont la tectonique et les faciès de métamorphisme parlent en faveur de l'existence des mouvements en bloc. Les Gémérides (zone phyllitique) présentent une anomalie négative ; Schwinner explique ce fait par l'allure de la tectonique varisque, mais cela pourrait être aussi l'expression de la tectonique carpathique ; les zones internes des Carpathes montrent un plissement très fort, un dynamométamorphisme intense et sont caractérisées par la formation de nappes mésozoïques de décollement de grande ampleur supposant une réduction tectonique très forte de la largeur du socle cristallin ; on peut donc s'attendre à ce que le Sial pénètre le long de ces zones à des profondeurs considérables en formant les soi-disant racines des chaînes plissées (« Faltengebirgswurzel ») analogues à celles qu'on accepte pour la zone du Flysch. Il est regrettable que la zone cristalline granide, où une structure pareille a été mise en évidence par les recherches géologiques, n'ait pas encore été étudiée au point de vue gravimétrique. Nous espérons que

1. L. Beneš. L'état des mesures de l'intensité de la pesanteur dans la Rép. tchécoslovaque. *Výroč. zpráva vojensk. zeměp. ústavu*, 1927.

2. R. Schwinner, Die Schwere in den westlichen Karpathen. *Gerlands' Beitr. z. Geophysik*, 1937.

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

les mesures qui seront effectuées confirmeront les résultats des recherches géologiques. Dans la zone cristalline des Granides, les mesures devraient montrer une anomalie négative. Suivant l'interprétation tectonique acceptée ici, les anomalies négatives devraient se manifester seulement dans les zones cristallines des nappes de décollement ; les parties radicales des plis cristallins enracinés, dans le noyau desquels le Sial est monté vers le haut et a été remplacé par le Sima, doivent montrer au contraire une anomalie positive, comme c'est le cas pour la zone d'Ivrée (comp. Schwinner, *l. c.*). C'est là la principale différence géophysique entre les pays « des racines » des nappes décollées et les pays des racines des nappes cristallines enracinées.

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

TABLE DES MATIÈRES

des notes

concernant la TCHÉCOSLOVAQUIE

Pages

F. Blondel. — Introduction 433

Dimitrij Andrusov. — Deux coupes géologiques à travers les Carpathes occidentales. (*Pl. A*) 434

Bedřich Bouček. — Stratigraphie et parallélisme de l'Ordovicien inférieur de la Bohême. (*Pl. B et C, 1 tableau*)... 439

Radim Kettner. — L'évolution tectonique du Barrandien. (*Pl. D, 1 tableau*) 459

Jan Koliha. — Sur le Trémadocien et sur l'Arénigien inférieur en Bohême, *1 tableau* 477

Alexandr Orlov. — La pétrologie du massif éruptif de la Bohême centrale 497

Jaroslav Perner. — Les « Colonies de Barrande » 513

František Slavík. — L'activité volcanique dans le Barrandien 527

Vladimir Zoubek. — Le cristallin des Carpathes tchécoslovaques 541

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

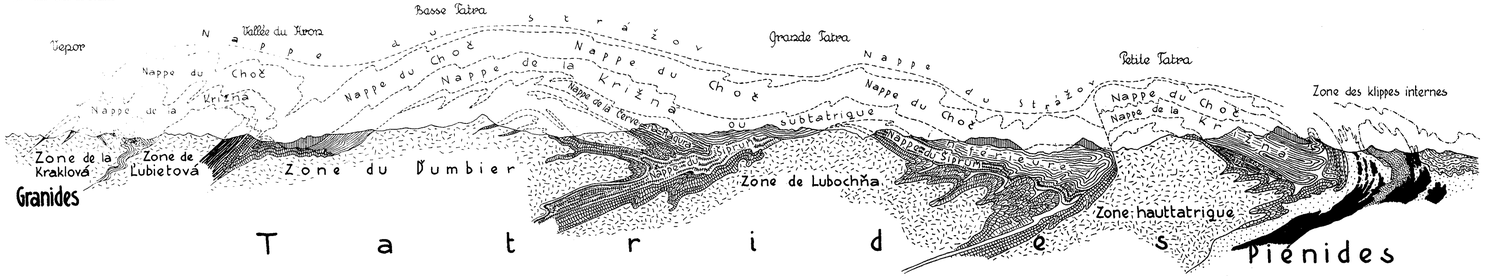
Tableau de corrélation des subdivisions du Trémadocien et Skiddavien de Bohême et des régions voisines.

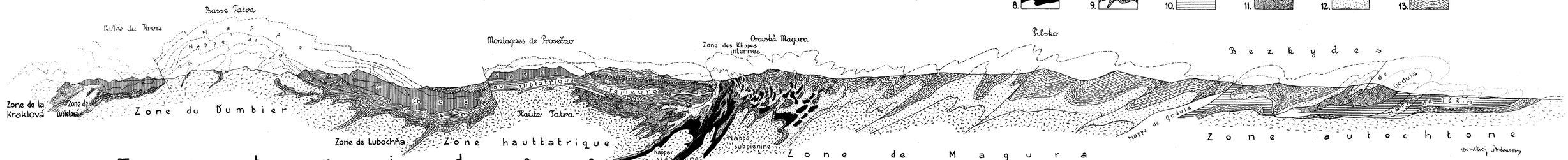
	Région sud-ouest et ouest du Barrandien	Région d'Úvaly et de Břežany	Région de Železné Hory Brloh, Lipoltice, etc.	Région Baltique orientale	Pologne centrale	Allemagne
Skiddavien dβ	*Obolus complexus punctatus*, *Paterula prima.*					
	Orthis nocturna.					
	Orthis desiderata.					
	Faune de Plzenec. *Asaphellus bohemicus*, *Holograptus expansus.*					
	Faune de Klabava. *Euloma bohemicum*, *Nileus pater*, *Tetragraptus bigsbyi.*					
	Lingulella sulcata, *L. rugosa.*					
Trémad. supér. $d\alpha_3$	Schistes d'Olešná à *Obolus complexus*, *Ob. kloučcki*, *Lingulella insons*, *Orbiculoidea sodalis undulosa*, etc.					
Trémadocien moyen $d\alpha_2$	Grauwackes à *Billingsella slavíki.*					
	Faune d'Ouzký. *Euloma*, *Eulomina*, *Nileus*, *Symphysurus*, *Holubia*, *Apatocephalus*, *Obolus complexus*, *Orthis soror*, *Or. potens*, Cystidées, etc. **Faune d'Olešná.** *Euloma*, *Harpides*, *Holubia*, *Orometopus*, *Dicellocephalina*. *Symphysurus*, *Obolus barrandei*, *Billingsella incola*, etc.	**Faune d'Úvaly.** *Euloma* cf. *geinitzi*, *Ceratopyge*, *Harpides*, *Agnostus bavaricus*, *Symphysurus*, *Apatocephalus*, etc.		Faune à *Ceratopyge* à Oeland et Dalarne.	Calcaire de Bukówka et grès glauconieux de Międzygórze et Lenarczyce à *Obolus siluricus*, *Nileus*, *Agnostus*, etc.	Couches de Leimitz près de Hof avec la faune du niveau à *Ceratopyge: Euloma geinitzi*, *Niobe*, *Symphysurus*, *Agnostus*, *Ceratopyge*, *Dicellocephalina.*
	Grauwackes à Acrotrètes, Orbiculoïdes, Lingulelles et *Obolus* cf. *complexus.*	Schistes et tuffites à Acrotrètes, Orbiculoïdes, Lingulelles.				
Trémadocien inférieur $d\alpha_1$	Schistes ferrugineux de Libečov à *Obolus lamellosus*, *Lingulella arachne*, *Ling. variolata.*		Quartzites et schistes à *Obolus lamellosus*, *Lingulella arachne*, *Lingulella variolata.*			Quartzites de Dubrau. Quartzites sud-est de Leipzig.
	Grauwackes gris-violettes de Jivina à *Obolus barrandei* et *Billingsella incola praecedens.*	Grauwackes gréseuses blanches, gris-verdâtres ou ferrugineuses à *Ob. barrandei*, *Ob. feismantelli minor*, *Eoorthis*, *Billingsella*, etc.	Schistes à *Obolus barrandei primus*, *Billingsella incola praecedens.* Schistes de Brloh avec *Obolus barrandei*, *Ob. palliatus*, *Eoorthis bavarica*, *Bavarilla.* Schistes à *Lingulella*, Acrotrètes.	Grès glauconieux à *Obolus siluricus*, *Obolus antiquissimus*, *Leptembolon lingulaeformis.*	Grès glauconieux de Międzygórze à *Obolus siluricus*, *Obolus walcotti.*	Faune de Schellenberg près de Hof avec *Bavarilla*, *Ob. palliatus*, *Ob. barrandei*, etc., et de la partie inférieure de Leimitz avec *Bavarilla.* Grauwackes de Siegmundsburg à *Ob. barrandei.*
	Grauwackes à *Eoorthis kettneri.* ..... Grauwackes de Třenice vertes, rouges, jaunâtres à *Obolus feistmanteli* et *Lingulella expulsa.*	Grauwackes silicieuses blanc-grises et quartzites sans fossiles avec schistes à *Dictyonema* intercalés.	Quartzites, grauwackes quartzitiques sans fossiles.	Grès à *Obolus appolinis* avec schistes à *Dictyonema.*		

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

DEUX COUPES GÉOLOGIQUES À TRAVERS LES CARPATHES OCCIDENTALES

DRESSÉES PAR DIMITRIJ ANDRUSOV, 1936.





1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.
8. 9. 10. 11. 12. 13.

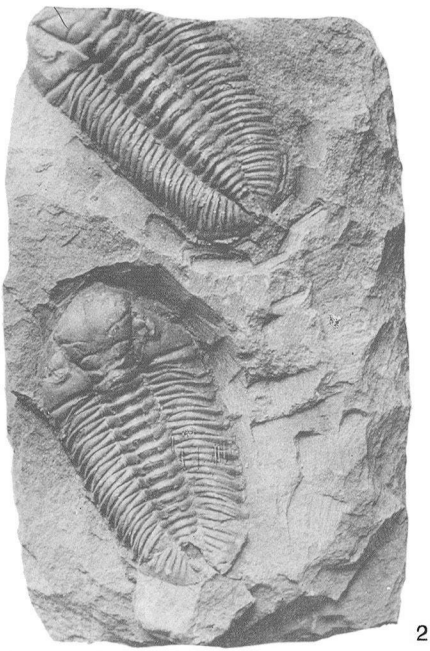
Dimitrij Andrusov

Imp. de l'Institut Cartographique de Paris

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

Bull. Soc. Géol. de France S. 5 ; t. VII : pl. B (Réun. extr. 1936)

1



2

3

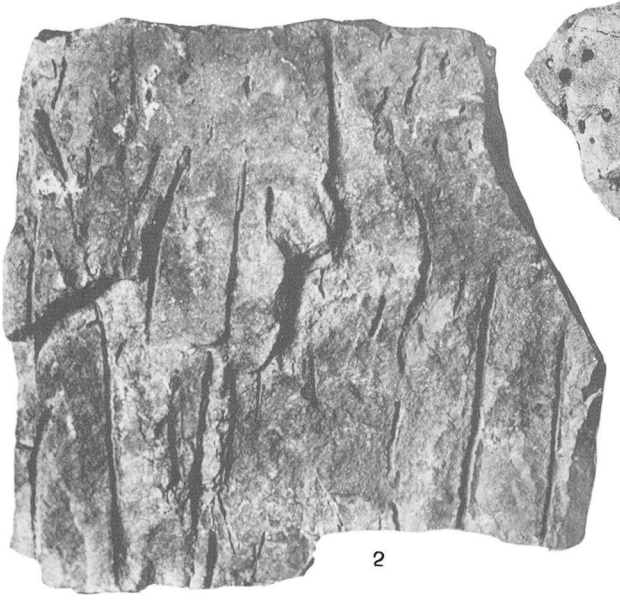
Cl. B. Bouček

Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

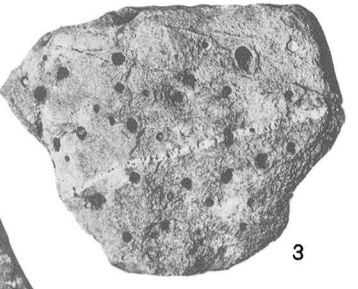
Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC

Bull. Soc. Géol. de France S. 5 ; t. VII ; pl. C (Réun. extr. 1936)

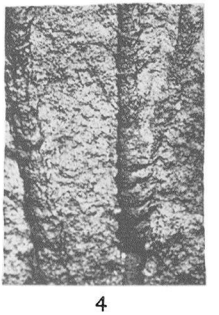
1



2



3

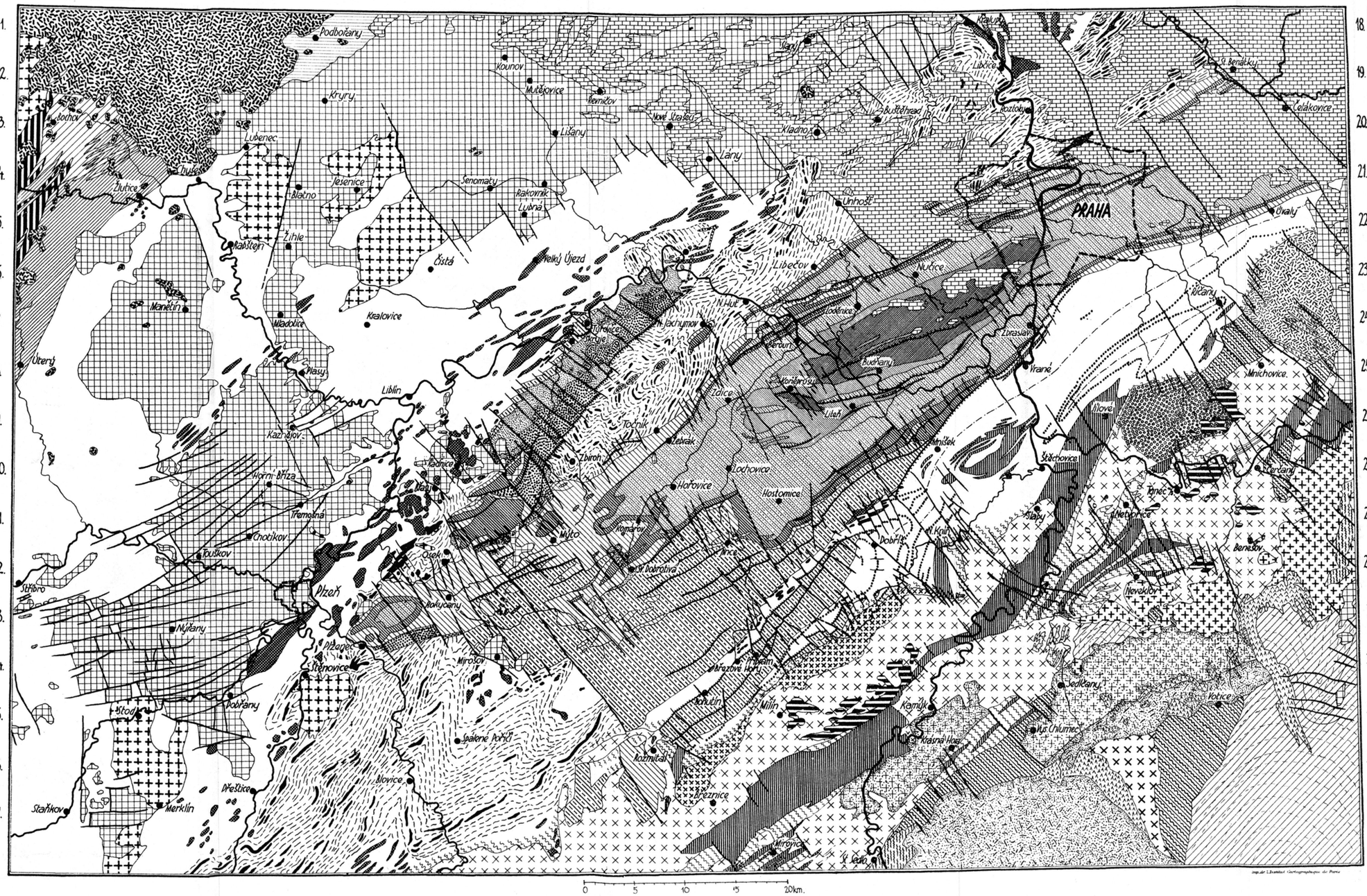


4

Cl. B. Bouček

Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

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



- Gneiss en général. 1.
- Amphibolites. 2.
- Micaschistes. 3.
- Schistes et grauwackes algonkiennes. 4.
- Assises algonkiennes à intercalations de phtanites. 5.
- Spilites algonkiens. 6.
- Conglomérats algonkiens. 7.
- Algonkien métamorphique. 8.
- Cambrien. 9.
- Porphyrites du Cambrien supérieur. 10.
- Porphyres quartzifères du Cambrien supérieur. 11.
- Ordovicien (bandes $d_2 d_3$). 12.
- Ordovicien (bande d_3). 13.
- Ordovicien (bandes $d_2 d_3$). 14.
- Silurien (Gotlandien). 15.
- Dévonien. 16.
- Ordovicien - Dévonien métamorphiques. 17.
- Zone de Jilové et autres roches éruptives filoniennes antégranitiques. 18.
- Granites cataclastiques et orthogneiss. 19.
- Granite ancien à biotite. 20.
- Granite à biotite de Prčice. 21.
- Granodiorite amphibolique. 22.
- Granite porphyroïde du Čertovo Břemeno du type durbachite. 23.
- Granite porphyroïde de Těchnice et de Sedlčany. 24.
- Granite à biotite grossier du bord ouest du massif. 25.
- Granite à biotite récent 26.
- Granite porphyroïde de Říčany. 27.
- Gabbrodiorite. 28.
- Granites aplitiques acides, en partie à tourmaline. 29.
- Petits massifs granitiques des environs nord et sud de Plzeň. 30.
- Permocarbonifère. 31.
- Crétacé supérieur. 32.
- Tertiaire. 33.
- Basaltes, tufs basaltiques et autres roches éruptives tertiaires. 34.

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

Sur un petit Bovidé quaternaire récemment découvert aux Moutiers (Loire-Inférieure)

par **H. Alimen** et **A. Cailleux** [1].

Planche XXVI

Résumé

Les restes du Bovidé étudié dans cette note proviennent des Moutiers, localité de la feuille de Nantes, dont le Quaternaire n'avait encore fourni aucune faune. L'âge du gisement est difficile à préciser. Des traces de solifluction à sa partie supérieure suggèrent qu'il est antérieur au moins à la dernière glaciation.

Les os recueillis appartiennent tous à un même individu, qui est un Bovidé de très petite taille. Autant qu'on en puisse juger en l'absence du crâne, il s'apparente à la fois au genre *Bison* et au genre *Buffelus* (principalement à l'espèce *Buffelus brachyceros* de l'Afrique occidentale actuelle). Les divers genres de Bovidés sont donc moins distincts au Quaternaire qu'à l'époque actuelle.

Nous nous proposons d'étudier ici les restes d'un petit Bovidé trouvés par l'un de nous (A. Cailleux) dans des formations quaternaires, aux Moutiers. C'est, à notre connaissance, le premier fossile quaternaire signalé au Sud de l'estuaire de la Loire. Jusqu'ici, on n'avait découvert aucun fossile dans le Quaternaire des feuilles de Nantes, Palluau et Saint-Nazaire, et les seuls gisements connus dans la région étaient ceux du Pouliguen (débris d'*Elephas primigenius*, signalés dans la notice de la feuille de Quiberon).

I. — ÉTUDE STRATIGRAPHIQUE

Le Quaternaire des Moutiers.

Description. — Les Moutiers (feuille de Nantes au 1/80.000e) sont situés au bord de la baie de Bourgneuf, à 20 km. au S de l'estuaire de la Loire, à 7 km. au SW de Pornic. Le long de la côte, entre les Moutiers et la Bernerie, on peut voir, au-dessus du substratum ancien (micaschistes bien visibles, Crétacé actuellement caché par les vases marines contemporaines), des forma-

1. Note présentée à la séance du 20 décembre 1937.

26 juillet 1938. Bull. Soc. Géol. Fr., (5), VII. — 36

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

tions quaternaires — a^{1b} — surmontées de dunes récentes — A —. La carte figure celles-ci au bord même de la mer, et le Quaternaire un peu à l'intérieur, au Nord ; mais depuis quelques dizaines d'années, la mer a attaqué et fait reculer la côte de 1 à 2 m. par an, de sorte qu'on peut observer, fraîchement mis à nu, sur l'estran et sur la falaise haute de 2 à 6 m. qui le surmonte, non seulement les micaschistes, mais aussi le Quaternaire. Celui-ci est formé d'argiles et de sables. Les argiles ne s'observent que vers la base du dépôt ; elles affleurent notamment au niveau des mers moyennes. Là elles sont grises, peu sableuses, mais on y trouve, par places, des nids de sable grossier. Elles sont parsemées, à raison de 2 à 10 par mètre carré, de débris de bois : fragments de branches et de rameaux de 10 à 50 cm. de long, souvent ramifiés. Ces fragments ne sont pas usés ; ils sont cassés, jamais en place, ni dressés, ni enracinés ; il n'y a pas de troncs. La mer dégage ces débris de leur gangue argileuse ; à marée basse, ils suggèrent l'impression d'un fond de mare forestière à sec. Sur les argiles, reposent 2 à 6 m. de sables graveleux, quartzeux, non fossilifères, très ferruginisés, à stratification torrentielle deltaïque typique (inclinée de 5 à 30° vers l'W-SW), intercalés par places d'argiles sableuses, ailleurs, au contraire, chargés de galets de 5 à 20 cm., en quartz ou en silex.

Formation. — Le Quaternaire des Moutiers nous apparaît donc comme une formation d'eau douce, deltaïque, avec bras à fort courant (sable et galets) et étangs tranquilles, où se déposaient, avec des vases (argile), le bois mort d'une forêt voisine.

Age. — En l'absence totale de fossiles ou d'industrie humaine [1], l'âge de cette formation reste, à notre sens, très hypothétique. Sur la feuille de Nantes, Bureau et Ferronnière la notent a^{1b} (alluvions anciennes, niveau moyen). En effet, les sables sont très ferruginisés et même par endroits fortement cimentés ; leur surface supérieure s'élève très haut, jusque vers 10 à 15 m. au minimum. L'absence totale de traces de solifluxion (absence de galets dressés) dans leur masse et la présence de bois dans l'argile indiqueraient un climat tempéré ou chaud. A l'extrême sommet des sables, au voisinage du sol, on voit par places des galets dressés ; tous les 10 ou 20 m., ceux-ci remplissent des poches étroites, profondes de 1 à 2 m., larges de 50 à 10 cm., qui s'insinuent dans le gravier sous-jacent ; il y aurait donc eu solifluxion, c'est-à-dire climat froid, à la fin ou après la fin du Quaternaire des Moutiers. Celui-ci ne serait pas récent, postglaciaire, néoli-

1. La légende de la feuille de Nantes signale toutefois quelques stations paléolithiques autour de Montbert.

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

thique, mais plus ancien. Nos observations confirmeraient donc celles de Bureau et Ferronnière. Mais les unes et les autres, étant surtout lithologiques et morphologiques, ne nous autorisent à conclure qu'avec réserves à un âge quaternaire moyen du gisement des Moutiers.

Gisement du petit Bovidé.

Les restes du petit Bovidé (cubitus, radius, côte, bassin, etc.) ont été trouvés à 500 m. au NW des Moutiers, au N de l'affleurement de Crétacé signalé sur l'estran par la carte géologique de Nantes au 1/80.000e, à 50 m. au NW du Chalet Millet, au niveau des mers moyennes, bien en place dans les argiles. Comme les morceaux de bois voisins, ils émergeaient à demi de la matrice argileuse, et avaient sans doute été décapés, une huitaine de jours auparavant, par la grande marée d'équinoxe de septembre 1937, qui fut précédée de tempêtes. Les os portaient une patine noire, surtout en dessus. Ils n'étaient ni usés, ni fragiles, sauf le coxal gauche, qui s'est fragmenté ; certains os ont pu être quelque peu abîmés au cours de l'extraction, que nous avons dû faire vite, en une heure environ, à cause de la marée. Les os étaient tous posés bien horizontalement. Ils n'étaient pas en connexion, sauf le radius et le cubitus ; la côte était calée à plat dans la concavité du radius. L'ensemble des os occupait moins d'un mètre carré, et formait un véritable nid. Une demi-heure de recherches dans un rayon de 50 m. aux alentours a été totalement infructueuse. Quant aux sables quaternaires sus-jacents, ils n'ont jamais, ni à moi-même, ni à aucun autre géologue, livré aucun fossile.

Sans exclure totalement un long transport par un fleuve (notamment à l'état de cadavre avec sa chair), ces conditions de gisement indiqueraient vraisemblablement que notre Bovidé, comme les débris de bois qui l'accompagnent, est venu du voisinage et peut-être qu'il a pu fréquenter les forêts marécageuses et les deltas, comme le font les Buffles actuels ; mais ceci reste hypothétique.

II. — ÉTUDE PALÉONTOLOGIQUE

Les restes recueillis près de Pornic se rapportent aux os suivants : extrémité inférieure d'un humérus gauche, radius gauche, cubitus gauche, deux fragments de côtes, importants fragments

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

du bassin, un fragment de fémur représentant la trochlée de l'extrémité articulaire inférieure. Tous ces os appartiennent au même individu ; en particulier l'humérus, le radius, le cubitus s'articulent, permettant de reconstituer le coude gauche de l'animal. Ce fait, joint au bon état de conservation de ces os, nous a incités à en faire une étude paléontologique (H. Alimen).

L'attribution générique des restes des Bovidés quaternaires ne va pas pas sans difficultés : la distinction des genres *Bubalus*, *Bibos*, *Bison*, *Bos* repose principalement sur les caractères du crâne, et lorsque celui-ci manque, la détermination d'un fossile ne peut être que probable ; il serait hasardeux de la donner pour certaine.

L'animal fossile des Moutiers est remarquable par sa très petite taille. Le radius, intégralement conservé, mesure 25 cm. 5 de long, alors que cet os atteint couramment 36 cm. chez le Bœuf actuel, et 30 à 38 cm. chez le Bison actuel. Or, cet animal fossile est adulte : ni l'humérus, ni le radius, ni le cubitus ne présentent trace des cartilages de conjugaison. Il s'agit donc d'une très petite forme. Les tableaux ci-dessous donnent les mensurations des ossements recueillis.

Extrémité inférieure de l'humérus (mensurations en cm.).

Diamètre transverse maximum de l'épiphyse inférieure	7,3
Diamètre antéro-postérieur de l'extrémité inférieure mesuré sur la face interne de l'os	7,0
Diamètre antéro-postérieur mesuré sur la face externe	5,0
Diamètre vertical maximum de la trochlée mesuré à la face antérieure	3,9
Diamètre vertical maximum du condyle	2,6

Radio-cubitus (mensurations en cm.).

Longueur totale du radius	25,5
Diamètre transverse de l'extrémité supérieure du radius	7,0
Diamètre antéro-postérieur maximum de l'extrémité supérieure du radius	3,6
Diamètre transverse du corps du radius au milieu	3,6
Diamètre antéro-postérieur du corps du radius au milieu	2,1
Diamètre transverse maximum de l'extrémité inférieure	6,6
Hauteur de l'olécrâne, mesurée du radius au sommet de l'olécrâne, suivant le milieu de l'os	9,1
Plus grand diamètre antéro-postérieur de l'olécrâne, du bec au bord postérieur, suivant une direction perpendiculaire à la ligne moyenne de l'olécrâne	5,4

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

Plus petit diamètre antéro-postérieur de l'olécrâne, du fond de la grande cavité sigmoïde au bord postérieur de l'olécrâne..	3,5
Diamètre transverse du sommet de l'olécrâne.....	2,5
Diamètre transverse du milieu de l'olécrâne.....	1,2
Diamètre antéro-postérieur du sommet de l'olécrâne.....	5,4
Longueur de la crête antérieure de l'olécrâne, du tubercule antéro-supérieur au bec (le tubercule antéro-supérieur n'est pas intégralement conservé).....environ	5,0

Bassin (mensurations en cm.).

Distance de la crête iliaque au sourcil de la cavité cotyloïde...	21,5
Diamètre de la palette de l'ilion.....	19,3
Diamètre transverse de la colonne de l'ilion.....	3,7
Diamètre antéro-postérieur de la cavité cotyloïde.....	5,1
Diamètre transversal de la cavité cotyloïde.....	5,6

Fragment de côte (la tête et la partie élargie forment deux fragments séparés qui n'appartiennent peut-être pas à la même côte, mensurations en cm.).

Diamètre longitudinal de la tête articulaire.....	2,1
Longueur de l'extrémité supérieure de la côte (tête un peu abîmée).....environ	5,0
Diamètre longitudinal de la surface articulaire de la tubérosité.	2,1
Diamètre transversal de la surface articulaire de la tubérosité.	1,8
Diamètre transversal du col.....	0,9
Diamètre transversal de la tête.....environ	4,8
Diamètre vertical du col.....	1,7
Diamètre transversal du corps de la côte.....	0,7
Diamètre antéro-postérieur de la partie élargie.....	4,4

A première vue, le petit Bovidé des Moutiers présente de fortes analogies avec le Buffle de l'Afrique occidentale actuelle : *Buffelus brachyceros* Gray (= *B. pumilus* Turton). Mais une comparaison plus détaillée des os de ce Bovidé fossile avec les os correspondants de *Buffelus brachyceros*, de Bisons, actuels et fossiles, du Bœuf domestique actuel [1], nous incline à penser que les caractères qui le rapprochent du genre *Buffelus* sont moins importants que ceux qui le rattachent au genre *Bison*.

Nous nous référerons surtout au radius et au cubitus intégralement conservés.

1. Une grande partie du matériel de comparaison provient du laboratoire d'Anatomie comparée du Muséum d'Histoire Naturelle où M. Anthony a bien voulu nous accueillir.

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

Radius et cubitus.

On sait que l'articulation du cubitus avec l'humérus se fait par deux facettes, l'une assez grande, allongée verticalement (grande cavité sigmoïde), l'autre nettement plus petite, située plus extérieurement (figurée en grisé foncé sur la fig. 1). Cette seconde facette semble présenter des variations intéressantes dans le

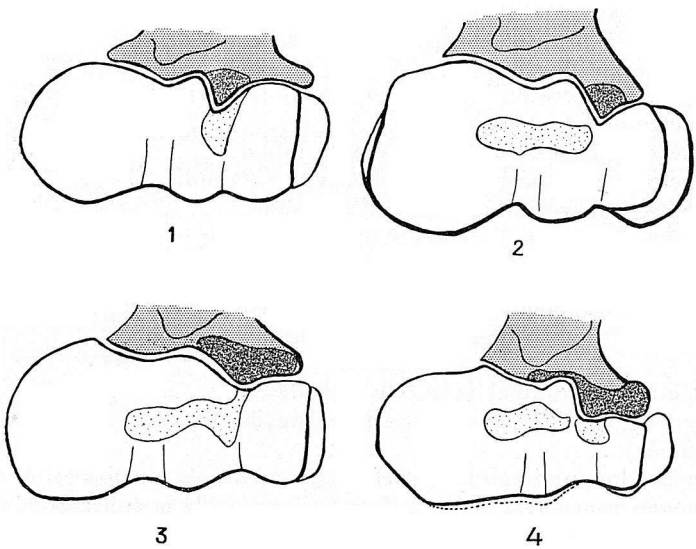


Fig. 1. — Radio-cubitus vus par la face articulaire supérieure du radius. La partie correspondant au cubitus est grisée, sa petite facette d'articulation avec l'humérus a un grisé plus foncé. La fossette synoviale est couverte d'un pointillé (réduction 1/2).
1. Bœuf (race Chollet); 2. *Buffelus brachyceros*; 3. *Bison americanus*; 4. Bovidé quaternaire des Moutiers. Le bord antérieur du radius étant légèrement abîmé, on a rétabli en pointillé son contour probable.

groupe des Bovidés. Nous présentons les faits observés sur quelques individus, sachant bien qu'il faudrait en examiner un beaucoup plus grand nombre pour être sûr qu'il ne s'agit pas de variations individuelles.

Chez les Bisons, de même que chez le Bovidé des Moutiers, cette petite facette est assez étendue transversalement et prolonge la surface articulaire supérieure du radius en face de la gorge correspondant à la lèvre externe de la trochlée humorale et également en face de la cavité articulaire où se loge le condyle humoral. Chez *Bos* et chez *Buffelus brachyceros* cette facette du cubitus, beaucoup plus réduite, a la forme d'un triangle,

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

situé en face de la gorge correspondant à la lèvre externe de la trochlée humorale seulement (fig. 1).

L'échancrure sigmoïde du cubitus est plus largement ouverte chez le Bison que chez le Bœuf et le Buffle, où le bec se recourbe au-dessus du radius. Or, chez le Bovidé fossile des Moutiers elle est plus ouverte encore que dans les Bisons actuels que nous avons observés. Cet olécrâne, se rapproche également de celui

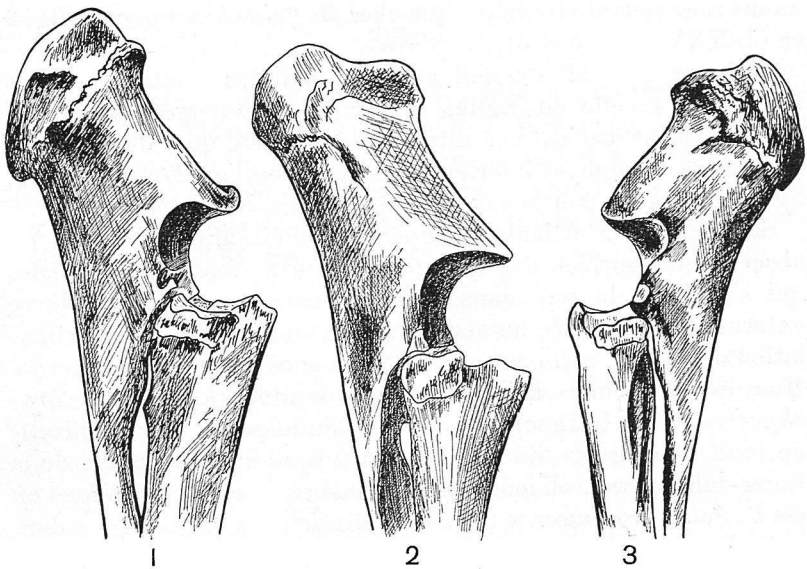


FIG. 2. — Radio-cubitus (extrémités supérieures) vus par leur face externe (environ 1/3 de grandeur naturelle).
1. *Buffelus brachyceros* (radio-cubitus droit);
2. *Bison americanus* (radio-cubitus droit);
3. Petit Bovidé fossile des Moutiers (radio-cubitus gauche).

des Bisons par sa faible épaisseur transversale, d'où il résulte une arête antérieure très aiguë (pl. XXVI, fig. 4). Par contre, la ligne antérieure de l'olécrâne, vue de face, est plus tordue sur elle-même dans notre Bovidé fossile qu'elle ne l'est généralement dans les Bisons, et présente le même genre de torsion que chez *Buffelus brachyceros*, où le tubercule antéro-supérieur est déjeté vers le côté interne. Par ses proportions, cet olécrâne quaternaire se rapproche de celui de *Buffelus brachyceros*, étant, comme dans l'animal de l'Afrique Occidentale, moins élevé que dans les Bisons. Il est intéressant à cet égard de calculer le rapport du diamètre antéro-postérieur de l'olécrâne à son sommet, à la hauteur de l'olécrâne (cette hauteur est mesurée depuis le radius jusqu'au sommet de l'olécrâne, sur la face externe, au

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

milieu de l'os). Soit n ce rapport. On trouve pour *Buffelus brachyceros* $n = 0,57$; pour des Bisons actuels d'Amérique, mâles ou femelles, $n = 0,52$, $n = 0,53$, $n = 0,54$; pour un Bison d'Europe $n = 0,44$; pour un Bœuf actuel (race Chollet) $n = 0,54$. Pour l'animal fossile étudié $n = 0,58$: ce sont les proportions de *Buffelus brachyceros*. La tubérosité supérieure est moins relevée postérieurement chez le Bovidé fossile que chez les Bisons, moins descendante toutefois que chez *Buffelus brachyceros* (fig. 2 et pl. XXVI, fig. 3 et 5).

La forme générale du radius de l'animal des Moutiers est très semblable à celle du radius de *Buffelus brachyceros* : si on regarde cet os par sa face interne, on constate que, dans l'un et l'autre cas, l'épiphyse inférieure s'incurve vers l'arrière (pl. XXVI, fig. 2). Tel n'est pas le cas en général dans les Bisons.

Sur la surface articulaire supérieure du radius du Bison, on observe une surface déprimée et rugueuse (fossette synoviale) qui s'étend à la fois dans la gorge correspondant à la lèvre externe de la trochlée humorale, sur le tenon médian de l'articulation du radius, enfin sur une partie de la cavité glénoïde interne. Il en est de même sensiblement dans le radius de *Buffelos brachyceros*. Chez le Bœuf, il n'existe qu'une petite fossette, logée au fond de la gorge du radius [1]. Pour le radius du Bovidé de la Loire-Inférieure la disposition est voisine de celle des Bisons ou de *Buffelus brachyceros* (fig. 1).

Radius et cubitus sont fortement soudés à leur partie supérieure chez le Bœuf. La suture est interrompue seulement au niveau d'une très courte arcade radio-cubitale supérieure. Chez le Bison, l'arcade radio-cubitale supérieure remonte beaucoup plus haut et la région soudée de la partie supérieure du radius est très réduite. Dans quelques cas même, il n'y a pas de soudure du tout dans le quart ou le tiers supérieur du radius. Chez *Buffelus brachyceros*, il n'y a pas non plus de soudure du radius et du cubitus dans le tiers supérieur. Le Bovidé quaternaire de la Loire-Inférieure ne présente aucune trace de soudure du cubitus et du radius dans toute la moitié supérieure du radius.

Côtes.

Les restes de côtes sont constitués par l'extrémité proximale d'une côte, située aux environs de la 3e du côté gauche, et par

1. Cette différence dans la surface articulaire supérieure du radius du Bœuf et du Bison a été signalée par Hue, de même que la plus grande ouverture de l'arcade sigmoïde chez le Bison (Hue, Deuxième note sur le *Bos primigenius* Bojanus de Chalain. *Bull. Soc. préh. de France*, 24 juin 1909).

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

un fragment de la partie médiane d'une côte gauche, vraisemblablement de la même région (pl. XXVI, fig. 7 et 8), dont la largeur (4 cm. 4) est vraiment grande pour un Bison, compte tenu de la petite taille de l'individu étudié [1]. On sait que les Buffles, par contre, ont proportionnellement les côtes très larges. Ce caractère rapproche nettement le petit Bovidé des Moutiers du genre *Buffelus*.

Bassin.

Les caractères du bassin des Bovidés permettent de reconnaître le sexe. Mais ici il est difficile d'affirmer qu'il s'agit d'un mâle, à cause de la non intégrité des pubis et des ischions. La forme de la crête iliaque, bien conservée, paraît être plus voisine de celle des Bisons que du Bœuf ou du Buffle de l'Afrique Occidentale (pl. XXVI, fig. 9 et 10).

CONCLUSIONS

En résumé, le petit Bovidé des Moutiers se rapproche des Bisons principalement par la forme allongée transversalement de la petite facette du cubitus s'articulant avec l'humérus, par la forme très largement ouverte de l'échancrure sigmoïde, par la faible épaisseur de l'olécrâne, enfin par l'allure de la crête iliaque.

Il présente des ressemblances avec *Buffelus brachyceros* par la largeur des côtes, la torsion de la ligne antérieure de l'olécrâne, la forme générale de l'olécrâne, moins élevé que chez les Bisons, et moins proéminent à l'angle postérieur de la tubérosité supérieure, et par la forme générale du radius. Par ailleurs, son gisement évoque plutôt l'habitat des Buffles que celui des Bisons.

Certains caractères sont communs à la fois au Bovidé des Moutiers, à *Buffelus brachyceros* et aux Bisons actuels, et s'opposent aux caractères des Bœufs, notamment l'absence de soudure du radius et du cubitus dans le tiers supérieur du radius, la forme allongée de la fossette synoviale de la surface articulaire du radius.

Parce que la somme des caractères communs avec le genre

1. Largeur des côtes pour *Buffelus brachyceros* : 5 cm. 4 ; pour Buffle du Cap : plus de 7 cm. ; pour Buffle d'Italie : 6 cm. Dans des Bisons actuels de grande taille 3 cm. ; dans quelques individus cependant 4 et même 5 cm. Mais le Bovidé des Moutiers est bien plus petit qu'aucun Bison actuel.

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

Bison nous paraît l'emporter, et aussi parce que le Buffle est rarissime dans le Quaternaire d'Europe (deux seuls gisements connus), il nous paraît préférable de rapporter le Bovidé des Moutiers au genre *Bison*, tout en notant que certains caractères l'apparentent nettement à *Buffelus brachyceros* GRAY de l'Afrique Occidentale. Nous nous sommes appuyés pour ces comparaisons sur des caractères différentiels dont nous avons vérifié la constance sur un certain nombre de squelettes, mais nous ne nous dissimulons pas qu'il conviendrait, avant de leur conférer la valeur de caractères génériques, de les examiner sur un très grand nombre de Bovidés, actuels et fossiles, afin de faire la part des variations individuelles, en particulier de celles liées à la taille ou au sexe. C'est le travail que l'un de nous poursuit dans une étude en cours sur les Bisons quaternaires.

Il peut être intéressant de rapprocher les os du très petit Bovidé de la Loire-Inférieure des restes d'un petit Bovidé, trouvé avec d'autres Mammifères dans le Pléistocène supérieur de l'île de Pianosa, au voisinage de l'île d'Elbe. Ce petit Bovidé, dont on n'a pas non plus la tête, a été regardé par Rütimeyer [1] comme un Buffle. G. de Stefano [2] le considère comme un *Bos, sensu stricto* et en fait l'espèce *Bos bubaloïdes*. H. Stehlin [3], reprenant l'étude de ce fossile, n'y peut voir un représentant du genre *Buffelus* (= *Bubalus*) et préfère le laisser sous la dénomination de « Petit Bovidé de Pianosa ». Sa taille est celle du *Bison americanus* femelle. Les plus petits sont de la taille de *Bos brachyceros*. Les variations, dans sa détermination, révèlent sa double affinité avec les Bœufs d'une part, les Buffles d'autre part.

Par ailleurs, les seuls restes certains de *Buffelus* du Quaternaire d'Europe proviennent du Pléistocène du Wurtemberg (environs de Steinheim) et du Pliocène de Val d'Arno ; H. Stehlin a fait de ces derniers l'espèce *Bubalus Iselini* qu'il rapproche précisément de *Bubalus brachyceros* GRAY (= *B. æquinoctialis* BLYTH) [4]. Or c'est aussi avec ce même Buffle de l'Afrique Occidentale que notre Bovidé présente des affinités nettes.

1. RUTIMEYER. Uberreste von Büffel (*Bubalus*) aus quartären Ablagerungen von Europa. *Verhandlungen der Naturf. Ges. in Basel*, VI, 1878, p. 320-332.

2. DE STEFANO. Studio sopra due forme fossili del genere Bos LINN. attribuite al Quaternario dell' Isola di Pianosa. *Boll. Soc. geol. ital.*, XXXII, 1913, p. 49-100, tav. I-II.

3. STEHLIN. Ueber eine altpleistocäne Säugetierfauna von der Insel Pianosa. *Eclogæ geologicæ helvetiæ*. Basel, vol. 21, 1928, p. 433-460, 14 fig.

4. STEHLIN. *Bubalus Iselini, nov. sp.* aus dem ober Pliocaen von Val d'Arno. *Eclogæ geologicæ helvetiæ*, Basel, vol. 27, 1934, p. 407-412, 3 fig.

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

Ainsi, le seul Buffle fossile certain de l'Europe méridionale est voisin du Buffle brachycère actuel de l'Afrique occidentale. Le Bovidé de Pianosa présente, quel qu'en soit le degré, une parenté certaine avec les Buffles. Notre fossile des environs de Pornic, montre d'importants caractères de *Bison*, associés à des affinités nettes avec *Buffelus brachyceros*.

La concordance de ces observations mérite de retenir l'attention, même si l'on garde quelque scepticisme quant à la valeur des os du tronc et des membres pour les déterminations des Bovidés. Elles semblent indiquer que, au Quaternaire même assez récent, les caractères génériques n'étaient pas aussi disjoints dans les Bovidés qu'ils le sont actuellement, et ceci confirme l'opinion que ce groupe est un de ceux dont l'évolution s'est continuée en des temps très proches de l'époque actuelle.

LÉGENDE DE LA PLANCHE XXVI

Bovidé quaternaire des Moutiers (Loire-Inférieure).

Grandissement : 1/4.

Fig. 1. — Radius gauche. Face antérieure.
Fig. 2. — Radius gauche. Face interne.
Fig. 3. — Cubitus gauche. Face externe.
Fig. 4. — Cubitus gauche. Face antérieure.
Fig. 5. — Cubitus gauche. Face interne.
Fig. 6. — Extrémité inférieure de l'humérus gauche. Face antérieure.
Fig. 7. — Tête d'une côte (située aux environs de la 3e, côte gauche).
Fig. 8. — Partie médiane d'une côte de la même région.
Fig. 9. — Coxal gauche presque intact.
Fig. 10. — Fragment du coxal droit.

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

ÉTUDE PALÉOBOTANIQUE DE TOURBIÈRES DE LA RÉGION PARISIENNE

PAR **Georges Dubois** et Mme **Camille Dubois** [1].

PLANCHE XXVII.

Nous poursuivons l'étude paléobotanique des tourbières du Nord de la France, des Vosges à la Bretagne, en nous attachant surtout à leur analyse pollinique : nous tentons d'en déduire, dans les diverses régions, les variations silvatiques, durant le Quaternaire récent, dans le but d'y préciser, de proche en proche, la coordination stratigraphique détaillée du Flandrien (Tardiglaciaire ou Épiglaciaire et Postglaciaire).

Les beaux résultats stratigraphiques qu'a déjà donnés la méthode, sont bien connus ; on sait aussi que cette méthode est d'un maniement de plus en plus délicat au fur et à mesure que, s'éloignant des pays de climat continental à variations bien nettes, on cherche à l'appliquer aux contrées de climat maritime plus doux.

Nous apportons ici une série d'études de tourbières de la région parisienne [2].

Nous donnons, pour les divers échantillons prélevés, leurs caractéristiques paléobotaniques essentielles. Les résultats des analyses polliniques sont condensés, en ce qui concerne les pollens d'arbres, dans les diagrammes figurés ci-joints. La méthode d'analyse pollinique employée (par attaque potassique), le mode de construction des diagrammes, ont déjà été expliqués [3].

Aux diagrammes polliniques nous avons joint des courbes de

1. Note présentée à la séance du 20 décembre 1937.

2. Les résultats généraux de l'étude de deux d'entre elles ont été signalés dans G. DUBOIS et Mme C. DUBOIS. Sur les modifications forestières flandriennes de la région parisienne. *CR. Ac. Sc.*, t. 198, 1934, p. 1445.

Les résultats de l'étude d'une tourbe récoltée à Paris même, quai Saint-Bernard, simplement résumés ici, ont été publiés antérieurement : G. DUBOIS et Mme C. DUBOIS. Analyse pollinique d'une tourbe rencontrée à Paris, quai Saint-Bernard, lors des travaux du chemin de fer Métropolitain, *Bull. Mus. Nat. Hist. Nat.*, 2e sér., t. IX. 1937, n° 1, p. 106-111, 1 fig.

3. G. DUBOIS et J. P. HATT. La tourbière du Champ-du-Feu. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e s., t. XXX, 1930, p. 1027-1041, 14 fig., pl. LXXV. — G. DUBOIS. L'analyse pollinique des tourbes et son application à l'étude du Quaternaire et de la Préhistoire. *L'Anthropol.*, t. XLII, 1932, p. 269-289, 2 fig. — G. DUBOIS. Les modifications postglaciaires de la silve européenne d'après les résultats des analyses polliniques des tourbes. *Ann. Géogr.*, XLIe ann., n° 232, 1932, p. 339-350, 2 fig.

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

fréquence pollinique. Il ne s'agit ici que de fréquence relative. La courbe présente, pour chaque niveau étudié, le nombre de pollens d'arbres total (y compris *Corylus*) comptés dans une préparation microscopique. Ce mode opératoire empirique qui, certes, ne donne pas la précision — au moins apparente — des calculs de fréquence pollinique, en des volumes déterminés de tourbe, a le grand intérêt de ne pas exiger tant de temps. Employé toujours de même manière, sous des lamelles identiques, par les mêmes observateurs, il donne une bonne idée de la densité pollinique des différents niveaux d'une tourbière ou de tourbières voisines. Il suffit de comparer entre eux les diagrammes figurés pour se rendre compte que les courbes de fréquence d'une même tourbière traduisent par leur allure identique un même phénomène.

Tourbière de Bresles (Oise).

Cette tourbière [1] est bien connue des géologues parisiens qui la parcourent parfois dans leurs courses aux environs de Beauvais : par suite de l'abaissement du plan d'eau dont il sera question plus loin, la tourbe est en grande partie exploitée à sec, en petites carrières d'accès aisé. Elle offre une étendue d'environ 720 hectares, appartenant presque entièrement au territoire communal de Bresles, débordant toutefois sur ceux de La Rue Saint-Pierre, Hermes, Bailleul-sur-Thérain, Rochy-Condé.

Ce fut un marais de pied de côte éocène, dont le Mont-César (140 m.) est un élément; au pied de cette butte et des buttes voisines boisées (Bois de Rochy-Condé, Forêt de Hez), le marais s'est installé sur un fond de Landénien sablo-argileux recouvrant lui-même la craie.

Le fond sableux de la tourbière a une topographie assez irrégulière, à en juger par les petites buttes de sable éocène (dont l'une dite Mont-de-Sable, exploitée par une large carrière), qui font saillie au-dessus du niveau de la tourbe ; ces buttes furent des îles dans le marais tourbeux. L'irrégularité du fond sableux de la tourbière est également démontrée par les sondages que nous y avons effectués.

Les eaux de la tourbière, draînées par un réseau de fossés, se déversent dans le Thérain, par la Trye, ruisseau en grande partie (sinon totalement) artificiel. Dans la tourbière, l'eau des fossés est à un niveau sensiblement constant en période de pluviosité normale, car il est artificiellement régularisé vers l'alti-

1. Carte géologique au 1/80.000e feuille 32, Beauvais.

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

tude 58. La Trye, canal subrectiligne, aboutit à une altitude un peu inférieure à 50 m., à la plaine alluviale du Thérain, à Marguerie, près Hermes. L'embouchure est dominée de 5 à 10 m. par une terrasse d'alluvions fluviatiles à la Houssière. La plaine alluviale de la Trye se distingue peu ou pas, de la dite terrasse face à Froidmont ; près de la Houssière au contraire, cette plaine alluviale est fort nette, quoique fort étroite, et se distingue fort bien de la terrasse qui la borde au NW.

L'exploitation de la tourbe a été fort active : en fait, il ne reste presque plus rien de la grosse masse tourbeuse et l'on ne voit que de-ci de-là des témoins de son sol primitif qui porte une prairie sèche[1]. Le sol actuel de la tourbière, en partie boisé, est en général 1 m. 75 plus bas que le sol primitif, et le plan d'eau est environ 0 m. 25 plus bas que le sol actuel, c'est-à-dire 2 m. (parfois seulement 1 m. 80) plus bas que le sol primitif naturel. En général, l'exploitation n'est pas descendue très bas sous le plan d'eau actuel : elle y a toutefois créé quelques entailles, laissées à l'état d'étangs ou aménagées en rigoles cressonnières. Un réseau de très vieux chemins[2] parcourt la tourbière, au niveau le plus bas, près du plan d'eau. La formation de la tourbe est arrêtée au moins depuis l'abaissement du plan d'eau du marais ; actuellement de la matière humique est susceptible de se constituer dans les entailles non aménagées en cressonnières.

Nous avons visité la tourbière en 1931 et en 1933, en y effectuant chaque fois plusieurs séries verticales de prises d'échantillons (aux fronts d'exploitation à l'air libre), prolongées éventuellement par des sondages. En fait, nos séries de prélèvement de 1933 se combinent avec celles de 1931, de telle manière que leurs résultats analytiques se doublent en partie et se vérifient mutuellement. Nous les présenterons sous forme de sondages 1, 2, 2 *bis*, 3 et 4 (fig. 1 à 4).

Sondage 1. — Petit sondage près du bord méridional de la tourbière, au pied du Mont César, un peu à l'W de la route de Hermes à Bresles ; il est difficile ici de se rendre compte si la tourbe a été exploitée déjà (fig. 1).

Tourbe	0 à 75 cm.
Limon glaiseux	75 à 100 cm.

1. On trouve diverses vues de la tourbière de Bresles (affleurements tourbeux et aspects de végétations et cultures) dans : Eugène Coquidé. Recherches sur les propriétés des sols tourbeux de la Picardie. Paris, 1912, fig. 4, 5, 10, 11 et pl. 1, fig. *a*, *b* ; — Stanislas Meunier. Géologie des environs de Paris. Paris, 1912, pl. XXV.

2. Nous n'avons eu ni le temps, ni la possibilité, de faire des recherches historiques sur l'âge de ces chemins.

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

Échantillons étudiés :

Tourbe impure, pauvre en débris organiques figurés. Quelques spores ou pollens (*Sphagnum*, *Lycopodium*, *Atriplex* ?). Pollens d'arbres rares.

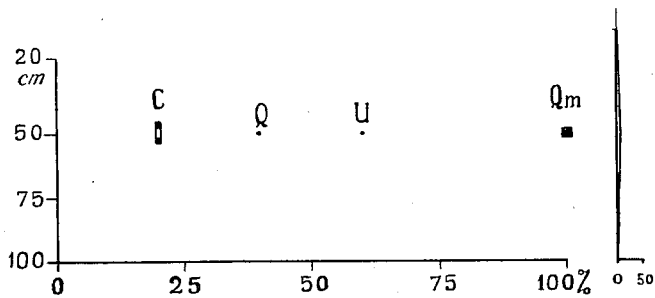


Fig. 1. — Tourbière de Bresles. Sondage 1 ; diagramme pollinique.

Légende commune aux figures 1 à 10.

A gauche. — Diagramme des pourcentages polliniques ; profondeurs en centimètres.

P, Pin *Pinus* (total) ; Pm, Pin à crochets *P. montana* ; Ps, Pin silvestre *P. silvestris* ;
Qm, Chênaie mixte ; Q, Chêne *Quercus* ; U, Orme *Ulmus* ; T, Tilleul *Tilia* ;
A, Aulne *Alnus* ; B, Bouleau *Betula* ; F, Hêtre *Fagus* ;
E, Epicea ou Pesse *Picea* ;
C, Noisetier ou Coudrier *Corylus* (pourcentage spécial, par rapport aux autres arbres ensemble).

A droite. — Courbe des fréquences polliniques relatives ; mêmes profondeurs que pour le diagramme pollinique correspondant ; nombres de pollens d'arbres (y compris ceux de *Corylus*), comptés, à chaque niveau, dans une préparation microscopique.

Sondage 2. — Nous désignons ainsi une série verticale de prises d'échantillons, prolongée par un sondage effectif, à l'une des parois rafraîchies d'une des exploitations, entre la route de Hermes à Bresles et les cressonnières voisines du Mont-de-Sable. Nous avons choisi un point où la tourbe est dépourvue de lits calcaires, fréquents en cet endroit (fig. 2).

Tourbe riche en débris de coquilles.	0 à 75 cm.
Tourbe noire.....	75 à 175 cm.
Tourbe sablo-glaiseuse.....	175 à 195 cm,
Socle sableux à.....	195 cm.

Échantillons étudiés :

10 cm. : tourbe granuleuse sans reste végétal.

50 cm. : débris de Cypéracées ; spores de Fougères ; débris de coquilles de Mollusques.

75 et 100 cm. : tissus de Cypéracées et de Fougères ; spores de Fougères ; pollens de type Atriplex.

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

125 cm. : tissus d'Aulne; spores de Fougères; pollens d'Atriplex ?
150 cm. : tissus de Sphaignes, Lycopodes, Fougères; maximum de fréquence pollinique silvatique.
175 cm. : tissus de Sphaignes et Cypéracées ; spores de Sphaignes et Fougères ; graines de *Menyanthes trifoliata*.
195 cm. : sable un peu humique ; un seul grain de pollen observé (*Pinus silvestris*).

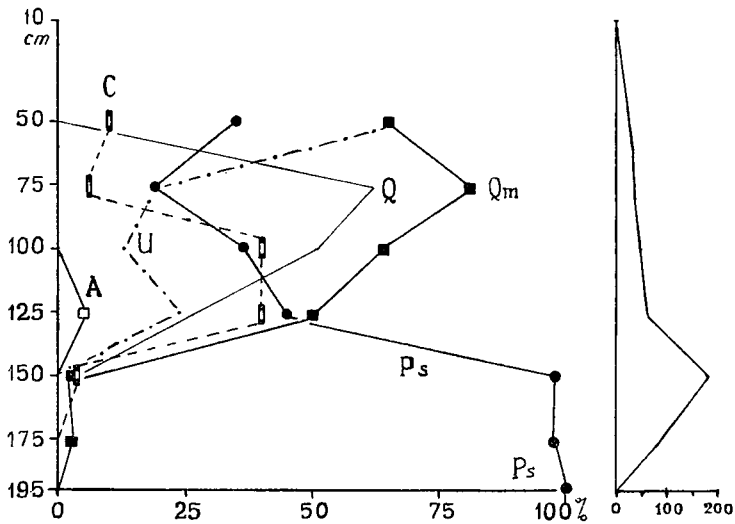


FIG. 2. — TOURBIÈRE DE BRESLES. Sondage 2 ; diagramme pollinique.

CARRIÈRE DE TOURBE CALCAIRE ET OCREUSE (SONDAGE 2 *bis*). — Un peu à l'E de notre sondage 2, les petites exploitations offrent une tourbe « cendreuse », c'est-à-dire particulièrement imprégnée de calcaire lacustre, blanc, disposé parfois en lits subcontinus, notamment près de la surface, en certains points sur près de 50 à 150 cm. Ce calcaire lacustre mou, pauvre en débris organiques figurés n'est pas propice à l'analyse pollinique. Parfois le calcaire lacustre est fortement ocreux, en particulier en un point à 200 m. du sondage 2, entre 75 et 125 cm. de profondeur.

Nous avons nommé sondage 2 *bis* une prise de 5 échantillons de calcaire lacustre ocreux qui ont fourni quelques documents après attaque acide, puis potassique :

100 cm. : débris végétaux et rares débris de pollens.
125 cm. : fine argile après traitement ; débris végétaux, rares pollens (1 *Fraxinus* douteux, 1 *Corylus*).

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

Sondage 3. — Dans la partie des anciennes exploitations à l'E de cressonnières, près du Mont-de-Sable. Prises d'échantillons de 0 à 2 m. sur une paroi rafraîchie d'exploitation ; plus bas, prélèvements par sondage.

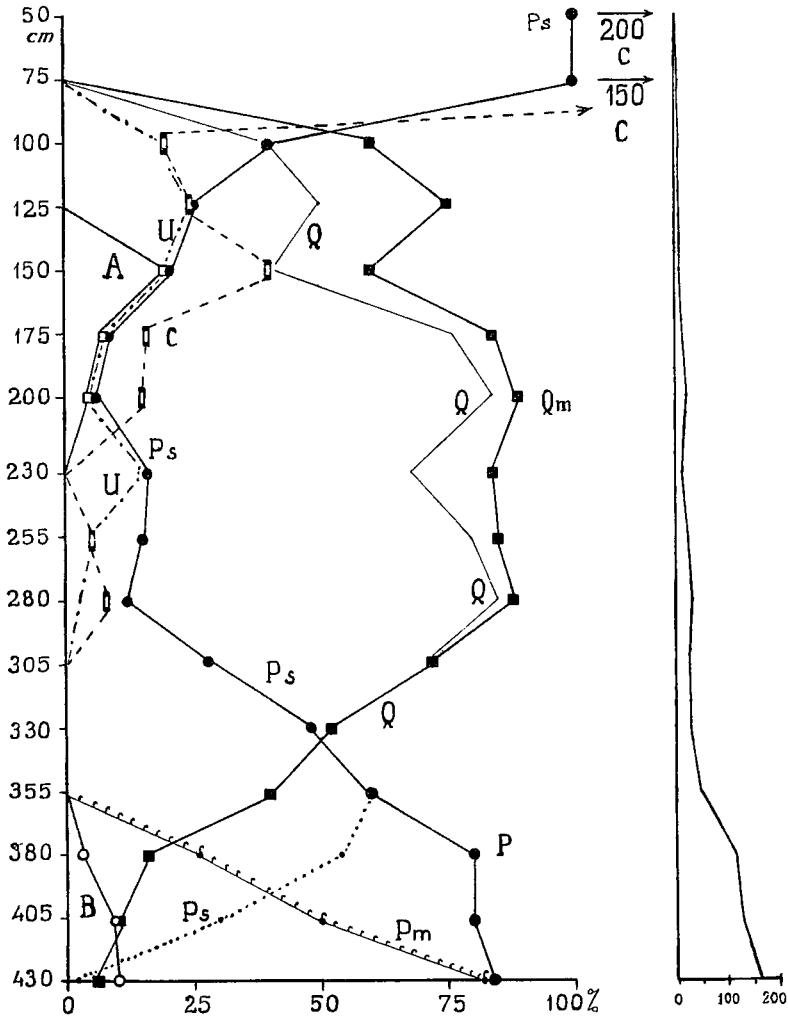


Fig. 3. — Tourbière de Bresles. Sondage 3 ; diagramme pollinique.

La tourbe est un peu calcaire entre la surface et 100 cm., puis noire et pure. Le sondage de 430 cm., arrêté dans la tourbe, très près de sa base, comme l'annonçait la résistance au forage, n'a pourtant pu toucher le socle de la tourbière (fig. 3).

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

Échantillons étudiés :

50 et 75 cm. : rares débris de tissus ; pollens très rares.
100 et 125 cm. : tissus de Cypéracées ; spores de Fougères.
150, 175 et 200 cm. : tissus de Cypéracées ; spores de Fougères, Lycopodes, Sphaignes.
230 cm. : tissus de Cypéracées.
255 cm. : tissus très dilacérés.
280 cm. : tissus très dilacérés, *Eriophorum* ; graines de *Menyanthes trifoliata*.
305 et 330 cm. : seulement quelques pollens d'arbres.
355 cm. : spores de Fougères.
380 cm. : tissus de Cypéracées ; spores de Fougères.
405 cm. : spores de Fougères.
430 cm. : tissus de Conifères ; sporanges et spores de Fougères ; pollens de *Typha*. Maximum de fréquence pollinique silvatique.

Sondage 4. — A 30 m. environ du précédent, dans les mêmes conditions générales, plus près du Mont-de-Sable. A été effectué dans le but de toucher le socle, qui n'avait pu être atteint par le sondage 3. Les prises d'échantillons ont été moins serrées. Le diagramme pollinique est donc moins détaillé que le précédent ; il en diffère peu dans ses grandes lignes (fig. 4).

Tourbe très limoneuse.....	0 à 125 cm.
Tourbe noire compacte.....	125 à 420 cm.
Argile sableuse humique.....	à 420 cm.
Arrêt du sondage.....	à 425 cm.

Échantillons étudiés :

50 et 100 cm. : tourbe calcaire cendreuse ; rares débris figurés.
150 cm. : tissus d'Aulne et Cypéracées ; pollens de type Atriplex.
200 cm : abondants tissus d'Aulne et Cypéracées ; spores de Sphaignes et Fougères.
250 et 300 cm. : tissus de Cypéracées.
350 cm. : tissus de Cypéracées ; spores de Lycopodes.
400 cm. : sporanges et spores de Fougères ; radicelles ; maximum de fréquence pollinique silvatique.
420 cm. : tissus de Fougères ; spores de Lycopodes et Fougères ; pollens de *Typha* et *Myriophyllum*.
425 cm. : argile (grains de quartz de 30 à 50 μ) ; débris de tissus végétaux ; pas de pollen.

Caractères généraux de la tourbe de Bresles.

Constituée surtout de débris de Cypéracées, avec Sphaignes peu fréquentes, c'est une tourbe de marais bas, comme la plu-

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

part des tourbes de nos vallées. Elle a simplement comblé un étang, sans s'élever, au moins de manière très sensible, au-des-

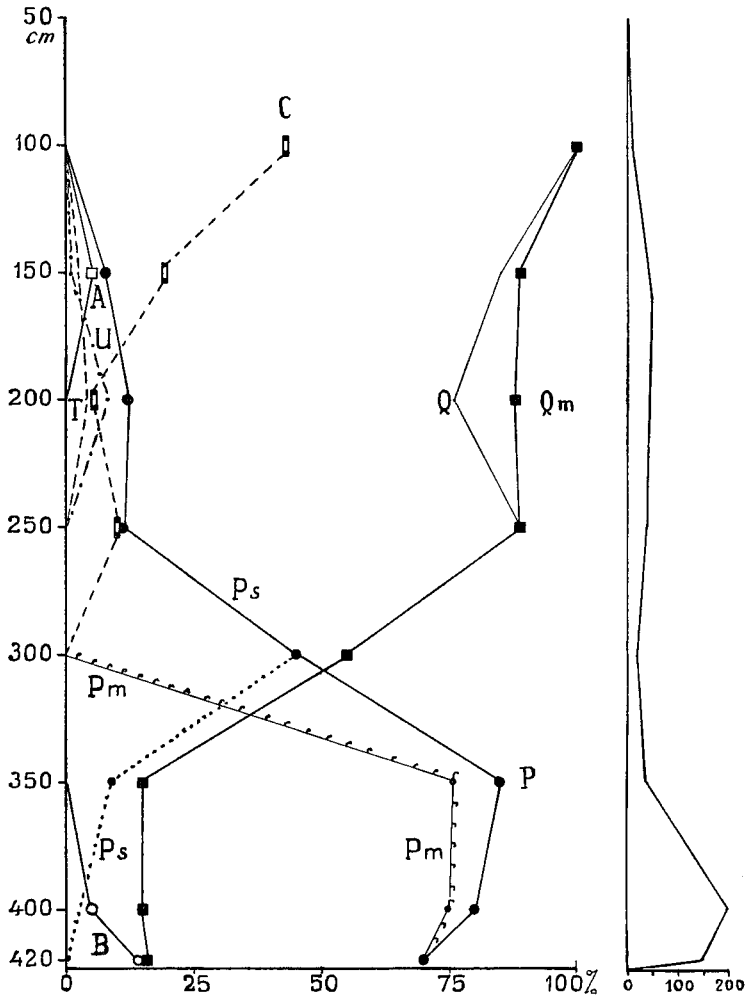


FIG. 4. — TOURBIÈRE DE BRESLES. Sondage 4 ; diagramme pollinique.

sus du niveau de l'eau. Si la tourbe se trouve actuellement à un niveau plus élevé de 2 m. que celui du plan d'eau, c'est donc bien ce dernier qui s'est trouvé abaissé.

La fréquence des pollens forestiers offre un maximum très marqué vers la base de la tourbe et ce maximum coïncide très nettement avec celui du pollen de Pin ; elle diminue par la suite pour être presque nulle au sommet de la masse tourbeuse.

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

L'analyse pollinique traduit la succession forestière suivante : au début, Pinède avec peu de Bouleau et de Chêne ; fait digne d'attention, c'est un Pin à grands pollens, probablement *Pinus montana* = *P. uncinata* (Pin à crochets)[1] qui forme tout d'abord le fond principal de la pinède, en compagnie de quelques *P. silvestris*. Le Bouleau régresse, puis aussi la Pinède, au profit de la Chênaie mixte, avec Chêne généralement prépondérant, Orme fréquent, Tilleul rare ; à côté d'eux, demeure un Pin (le seul *P. silvestris*), le *P. montana* ayant disparu avant la dominance de la Chênaie. L'Aulne est rare et sporadique. Le Coudrier manifeste sa présence dès la poussée de la Chênaie, avec un léger maximum aussitôt que la Chênaie est bien établie[2].

La partie la plus ancienne de la tourbière que nous ayons pu observer, se trouve aux abords du Mont-de-Sable avec les couches profondes à Bouleau et à *Pinus* type *montana*. Elle correspond très vraisemblablement à une phase climatique très froide du tardiglaciaire. Le sondage 2 nous montre un point de la tourbière moins profond, où la tourbe ne s'est installée que lors de la phase bien moins froide du *P. silvestris* dominant. En bordure de la tourbière (sondage 1) nous avons une tourbe très récente formée lors de la phase de la chênaie mixte.

Tourbière de Sacy-le-Grand (Oise).

Cette tourbière[3] est un marais de type ordinaire, demeuré inondé presque jusqu'à la surface de la masse tourbeuse plus ou moins pure qui s'y est établie.

Le marais long de 16 km. environ, large de 3 km., résulte d'un débordement des eaux de la vallée de l'Oise en une dépression de pied de côte éocène devant Rivecourt et Pont-Sainte-Maxence. Son soubassement préquaternaire est landénien et sparnacien. Le marais est en communication avec la vallée de l'Oise près de Rivecourt, ainsi qu'à Plessis-Villette, près les

1. La distinction des différentes espèces de Pin par leurs pollens est fort délicate ; elle est presque uniquement une question de dimensions, or, les variations individuelles de taille des pollens sont parfois assez considérables. Ici on constate très nettement que des pollens de Pin longs de 70 μ environ, avec ballonnets très sphériques (type *montana*), dominent dans la partie inférieure de la tourbière, puis disparaissent pour laisser place uniquement à de petits pollens de 55 μ en moyenne à ballonnets moins gonflés : certainement *P. silvestris*.

2. Les variations silvatiques terminales en apparence très intenses que traduit par exemple le diagramme 3, ne sont qu'apparentes : elles ne sont, en effet, basées que sur une très faible fréquence polliniqne, source d'erreur dans les pourcentages.

3. Carte géologique au 1/80.000e, feuille 32, Beauvais.

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

Ageux, devant Pont-Sainte-Maxence. Ses eaux sont amenées à l'Oise par la Frette, ruisseau canalisé ou canal entièrement artificiel.

La surface du sol dans le marais est vers l'altitude 33, la plaine alluviale de l'Oise étant environ à 30 m. près Pont-Sainte-Maxence. Une partie du marais est boisée, une autre est à l'état de roselière ; les vastes clairs ou entailles résultant de l'exploitation de la tourbe y sont utilisés comme étangs de pêche ou de chasse.

La tourbe a surtout été exploitée près de Sacy-le-Grand. En 1933, nous n'y avons vu aucune exploitation. Nous avons exploré la partie occidentale de la tourbière entre Monceaux et Sacy, qui est la plus large et qui est dominée par quelques côtes boisées à l'W et au SW. Nous avons effectué 3 sondages (fig. 5 à 7).

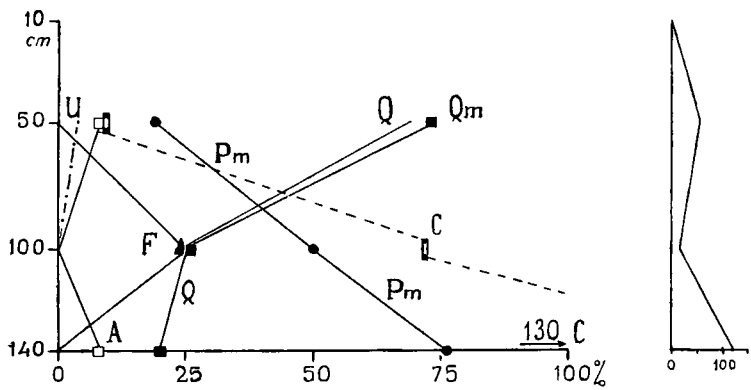


FIG. 5. — TOURBIÈRE DE SACY-LE-GRAND. Sondage 1 ; diagramme pollinique.

SONDAGE 1. — Lisière S de la tourbière, près de la bordure E du chemin de Cinqueux à Sacy (territoire de Cinqueux) (fig. 5).

Tourbe sableuse.....	0 à 25 cm.
Tourbe.....	25 à 145 cm.
Tourbe argileuse et calcaire.....	145 à 175 cm.
Vase sableuse gris bleu.....	175 cm.
Arrêt du sondage à.....	190 cm.

Échantillons étudiés :

10 cm. : tourbe sableuse pauvre en restes végétaux figurés ; spores de Fougères rares.

50 cm. : tissus de Fougères et Cypéracées ; oogone de *Chara* ; spores de Fougères (*Dryopteris*, *Polypodium*) ; bouffée de pollens de Chênaie mixte.

100 cm. : nombreuses spores de Fougères, spores de *Lycopodium*.

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

140 cm. : spores de Fougères ; maximum de fréquence pollinique silvatique.

Sondage 2. — Partie centrale de la tourbière. Près de la rive S de la Petite Rivière (sous l'R de Rivière de la carte). Territoire de Cinqueux (fig. 6).

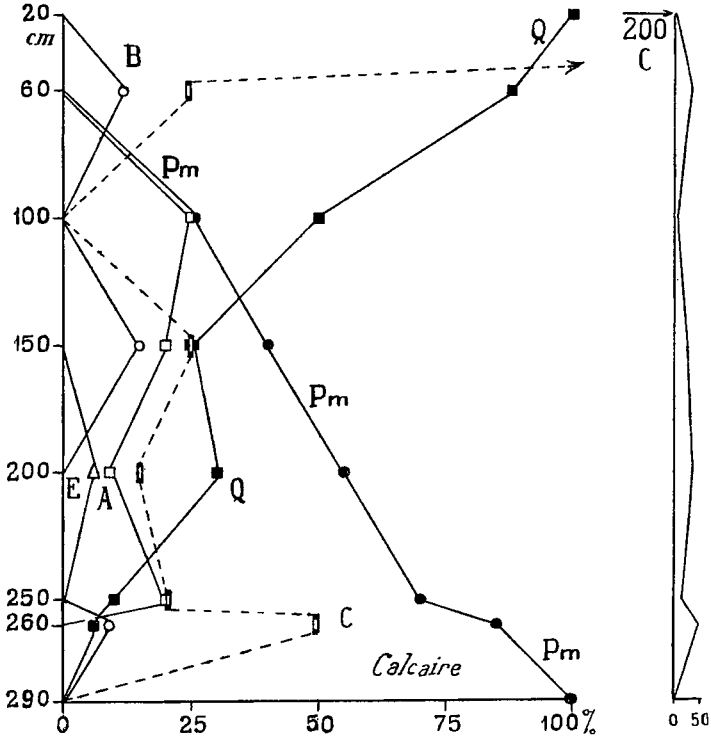


Fig. 6. — Tourbière de Sacy-le-Grand. Sondage 2; diagramme pollinique.

Tourbe	0 à 260 cm.
Calcaire lacustre à *Bithynia*	260 à 290 cm.
Vase gris bleu, calcaire	290 à 330 cm.
Calcaire lacustre	330 à 375 cm.
Vase gris bleu calcaire	375 à 395 cm.
Sable bleu	395
Arrêt du sondage à	400 cm.

Échantillons étudiés :

20 cm. : tourbe pauvre en restes végétaux.

60 cm. : restes végétaux abondants. Rares spores de Lycopodes et de Sphaignes ; surtout pollens de Graminées et *Typha* (plantes de roselière).

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

100 cm. : débris végétaux de Cypéracées ; spores de Lycopodes ; pollens de Graminées, de *Typha*.
150 cm. : tourbe riche en débris végétaux : tissus de Fougères, spores de Fougères, Lycopodes ; pollens de Graminées, *Typha* ; spores de *Tilletia Sphagni*.
200 cm. : tourbe à tissus de Carex, mais riches en spores de Sphaignes ; tissus d'Aulne ; pollens d'arbres peu fréquents, parmi lesquels pollens d'Epicea : 1 grain entier et des ballonnets libres.
250 cm. : tissus de Cypéracées, d'Aulne.
260 cm. : tourbe (au contact du calcaire lacustre) ; tissus de Cypéracées et de Fougères ; pollens de *Typha* ; maximum de fréquence pollinique silvatique.
290 cm. : calcaire un peu humique ; pollen de *Pinus* (type *montana*) rare.

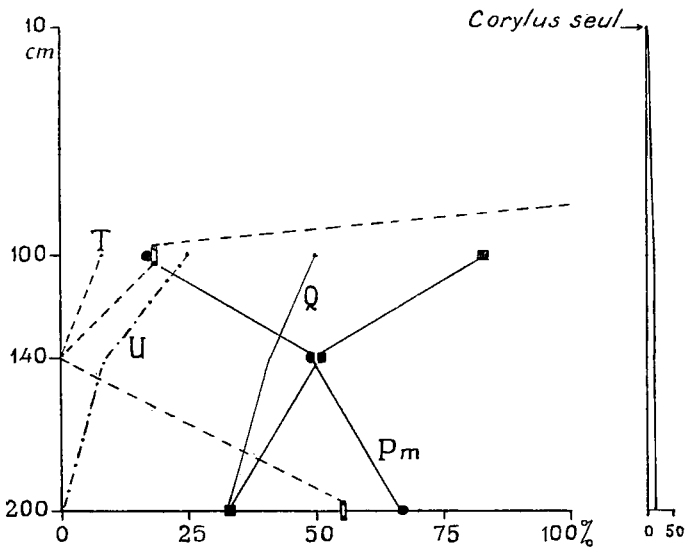


Fig. 7. — Tourbière de Sacy-le-Grand. Sondage 3 ; diagramme pollinique.

Sondage 3. — Lisière N de la tourbière, entre Sacy, l'Usine et Cuiller-à-Pot (territoire de Sacy).

Tourbe très impure.....	0 à 240 cm.
Sable à.....	240 cm.

Échantillons étudiés :

10 cm. : nombreux débris végétaux.
100 cm. : nombreux débris végétaux, surtout de Cypéracées (radicelles, poils ; spores de Fougères et Lycopodes).
140 cm. : tourbe très pauvre en restes figurés.

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

Entre 150 et 200 cm. : graines de *Menyanthes trifoliata*.
200 cm. : sporanges et nombreuses spores de Fougères ; spores de Lycopodes.

Caractères généraux de la tourbe de Sacy-le-Grand.

La tourbière fut un marais où vécurent des Cypéracées et plantes de roselières ; les Sphaignes n'y ont jamais tenu qu'un rôle secondaire. Les dépôts de calcaire lacustre furent fréquents.

Nous n'avons vraisemblablement pas rencontré la partie la plus profonde de la tourbière, et une phase très ancienne de la végétation nous échappe sans doute.

La fréquence pollinique est rarement aussi élevée qu'à Bresles, même quand le Pin domine : la forêt avoisinante paraît avoir été peu dense.

A Sacy comme à Bresles, la Pinède se montre tout d'abord avec un seul Pin à grands pollens du type *Pinus montana*. Puis la Chênaie s'installe, formée surtout de Chêne, tandis que le Pin régresse lentement. Une poussée de Coudrier précède la progression de la Chênaie mixte formée de Chêne seul ou nettement dominant. Le Bouleau et l'Aulne font, par places, des apparitions sensibles.

Remarquons l'apparition fugace du Hêtre (sondage 1, fig. 5), ainsi que celle de l'Epicea (sondage 2, fig. 6) : cette dernière essence, d'ailleurs représentée par des pollens en fort mauvais état, et qui vraisemblablement viennent de très loin.

Notons enfin la curieuse persistance du Pin à pollens de grande taille de type *montana*, qui n'est pas remplacé comme à Bresles ou à Chivres (voir plus loin) par le pollen de petite taille *P. silvestris*. Le fait est peut-être à mettre en parallèle avec celui de la persistance du Bouleau (sondage 2, fig. 6).

La fin de l'histoire forestière manque ; les pollens absents ou trop rares ne nous en donnent plus qu'une idée très imparfaite.

Marais de Chivres (Aisne).

Il s'agit d'un vaste marais[1] qui s'étend sur 16 km. de long et près de 4 km. de large, en plaine crayeuse au NE de Laon, depuis Sissonne jusqu'à Pierrepont et Vesles. La Souche s'étale ici, vers l'altitude 70, sur des alluvions anciennes plus ou moins sableuses recouvrant la craie, avant de s'écouler par un petit

1. Carte géologique au 1/80.000e, feuille 23, Rethel.

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

défilé entre Froidmont et Toulis, vers l'altitude 65, dans la Serre, elle-même affluent de l'Oise.

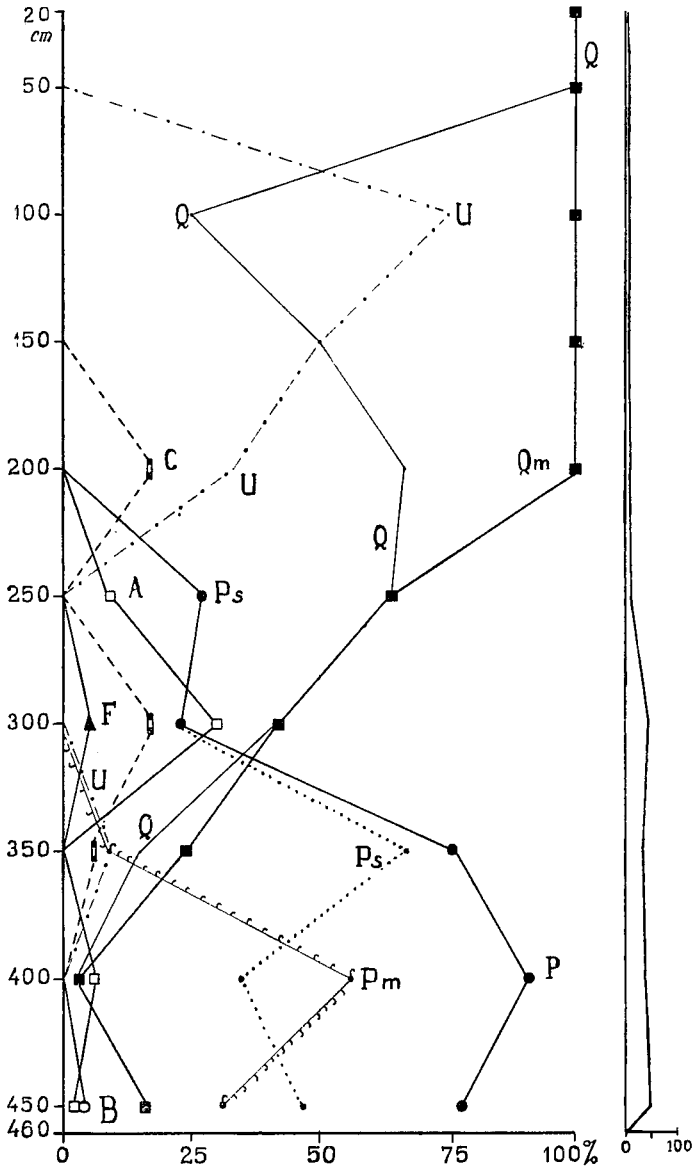


FIG. 8. — MARAIS-DE-CHIVRES. Sondage 1; diagramme pollinique.

Le fond de la tourbière est fort irrégulier ; il apparaît fréquemment au jour sous forme de petits îlots alluvionnaires ou crayeux.

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

La plus grande largeur du marais est entre Notre-Dame-de-Liesse et Chivres. C'est aussi la région centrale la plus abordable, grâce à la voie ferrée de Laon à Liart qui le traverse.

Le niveau d'eau est maintenu par un réseau de rigoles, à 25 cm. plus bas que le niveau du sol naturel, très plat, de la tourbière. L'exploitation se fait sous l'eau à l'aide des outils ordinaires des tourbeurs que nous avons encore vu travailler en 1934.

Nous avons exploré le marais entre Pierrepont et Marais-de-Chivres et effectué trois sondages (fig. 8 et 9).

Sondage 1. — Entre Chivres et la Souche canalisée, non loin de la Marlière et de la voie ferrée (fig. 8).

Tourbe.....	0 à 460 cm.
Sable tourbeux à.....	460 cm.

Échantillons étudiés :

20 cm. : Débris de tissus très déchiquetés de Cypéracées, *Eriophorum*.
50 cm. : tourbe légère, surtout faite d'un feutrage de débris d'épidermes d'*Eriophorum* et de rhizomes (débris de *Scheuzeria* ?).
100 cm. : Feutrage semblable à celui de 50 cm. ; en outre débris de radicelles de Cypéracées et autres (vraisemblablement *Vaccinium*) ; spores de Fougères.
150 cm. : tissus peu reconnaissables ; spores de Fougères.
200 cm. : débris de Cypéracées, d'*Hypnum* ; nombreuses spores de Fougères.
250 et 300 cm. : tissus de Cypéracées ; nombreuses spores de Fougères. A 300 cm., pollen de Hêtre très rare.
350 et 400 cm. : tissus d'*Hypnum*, de Cypéracées et de Conifères ; spores de Fougères ; en outre à 350 cm. pollens de Graminées et Atriplex ; faible maximum de fréquence pollinique silvatique.
450 cm. : débris végétaux abondants ; tissus d'*Hypnum*, spores de Sphaignes assez communes, spores de Fougères.
460 cm. : sable tourbeux ; débris végétaux peu fréquents : Cypéracées ; rares spores de Fougères.

Sondage 2. — Près de la cote 70 État-Major entre la Souche et la limite communale Pierrepont-Missy (territoire de Pierrepont) (fig. 9).

Tourbe.....	0 à 240 cm.
Socle sableux.....	240 cm.

Échantillons étudiés :

20 cm. : tissus végétaux très déchiquetés.
50 cm. : tissus de Cypéracées ; *Eriophorum*.
70 cm. : tissus de Cypéracées ; pollens de *Calluna*.
100 cm. : tissus de Cypéracées abondants ; spores de Fougères assez nombreuses.

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

120 cm. : tissus de Cypéracées très abondants; radicelles; débris de *Scheuzeria*?; spores de Fougères nombreuses et de Lycopodes.
150 cm. : tissus de Cypéracées et spores de Fougères.
200 cm. : tourbe très sableuse à grains de quartz anguleux; mauvais débris végétaux.
240 cm. : sable quartzeux humide; tissus végétaux dilacérés; spores de Fougères.

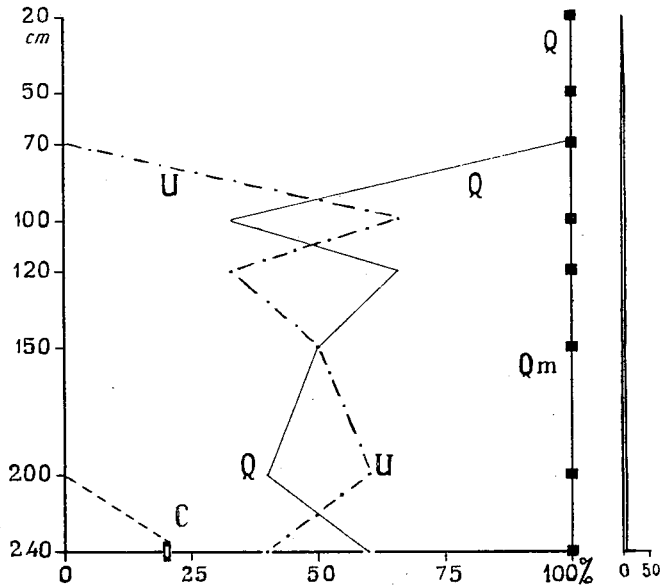


Fig. 9. — Marais-de-Chivres. Sondage 2; diagramme pollinique.

Sondage 3. — Sondage de contrôle éloigné du précédent d'une centaine de mètres. Prises d'échantillons moins serrées. Arrêté dans la tourbe à 2 m. 50. Mêmes données paléobotaniques. Le diagramme pollinique, très semblable à celui du sondage 2, avec même pauvreté pollinique silvatique, n'est pas figuré. Notons seulement qu'à 250 cm. avant la généralisation de la Chênaie mixte, se montre encore un peu de Pin (*P. silvestris*) et d'Aulne. Ces arbres disparaissent devant le Chêne et l'Orme. Même mouvement de disparition du Coudrier que dans le sondage 2.

Caractères généraux de la tourbe de Marais-de-Chivres.

Tourbe formée en un marais de Cypéracées; parfois Graminées (vraisemblablement *Phragmites*) et Mousses; un peu de Sphaignes vers la base.

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

La pauvreté pollinique silvatique plus grande encore ici qu'à Sacy, s'accentue sensiblement en même temps que diminue ou disparaît le Pin.

Le début de l'histoire forestière de la région est très voisin de celui de la région de Bresles, avec une phase de Pin et Bouleau. Toutefois on voit dès la base, les deux types de pollens de Pin : type *montana* et type *silvestris*, le type *montana* destiné à disparaître ensuite plus rapidement que le type *silvestris*. Le Coudrier n'est jamais très developpé. Vers 2 m. de profondeur en moyenne, les pollens rares ne traduisent plus qu'une Chênaie mixte uniforme et peu dense, avec jeux alternants de Chêne et d'Orme, le Chêne devant demeurer seul. Rappelons la présence du Hêtre lors de la poussée de la Chênaie, disparu aussitôt qu'apparu.

Tourbière de l'Essonne à Vert-le-Petit (Seine-et-Oise).

Il s'agit du marais de la vallée de l'Essonne[1] affluent de la Seine, étudié près du Bouchet, point d'anciennes exploitations de tourbe, altitude 47 mètres.

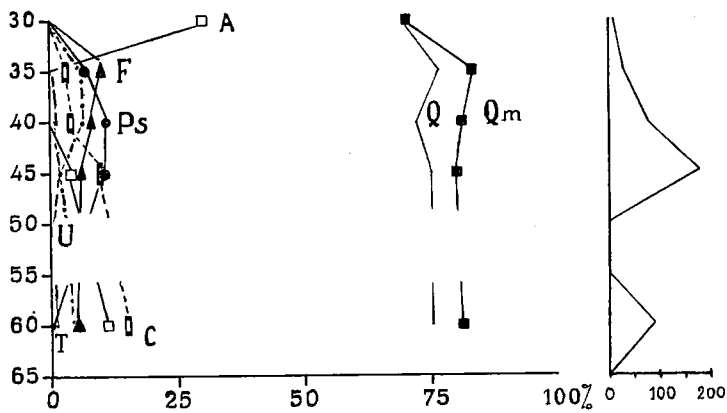


FIG. 10. — TOURBIÈRE DE L'ESSONNE A VERT-LE-PETIT ; diagramme pollinique.

Les circonstances de notre course faite en 1932, ne nous ont permis que de pratiquer un seul sondage, sur le bord du marais à Vert-le-Petit, sondage profond de 65 cm. seulement, et qui, très évidemment, ne donne qu'une fin d'histoire forestière dont il faudrait compléter le début par des recherches nouvelles.

Nous décrivons néanmoins les résultats obtenus, en raison de

1. Carte géologique au 1/80.000e, feuille n° 65, Melun.

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

leur intérêt qui consiste surtout en deux riches bouffées de pollens silvatiques, et en présence de Hêtre.

Tourbe impure sablo-glaiseuse, avec débris de Gastéropodes.....	0 à 35 cm.
Tourbe pure.....	35 à 45 cm.
Calcaire d'eau douce tourbeux à débris de Gastéropodes.....	45 à 55 cm.
Tourbe pure.....	55 à 65 cm.
Calcaire d'eau douce.....	65 cm.
Arrêt du sondage à.....	65 cm.

Échantillons étudiés :

30 cm. : tourbe à sable fin; peu de débris végétaux figurés.
35 et 40 cm. : débris de tissus; spores de Fougères.
45 cm. : calcaire d'eau douce, avec particules tourbeuses riches en pollen; maximum de fréquence pollinique silvatique; spores de Fougères.
50 et 55 cm. : calcaire presque pur; rares débris humiques; rares pollens mal conservés et douteux de Chêne.
60 cm. : tourbe pure; bouffée de pollens silvatiques; spores de Fougères; radicelles et poils absorbants; restes d'*Eriophorum*, d'*Hypnum*.
65 cm. : calcaire d'eau douce avec débris végétaux rares.

Caractères généraux de la tourbe de Vert-le-Petit.

Nous sommes en présence d'une phase silvatique de Chênaie mixte, que les tourbières de Bresles, Sacy, Chivres, nous ont appris à connaître : elle est ici à Chêne dominant avec peu d'Orme et très peu de Tilleul. D'autres essences leur sont associées : Aulne et Pin silvestre, Coudrier, Hêtre. Remarquons surtout cette dernière essence si rare dans les tourbières étudiées au N de Paris. Notons aussi l'abondance de pollens : la Chênaie mixte au N de Paris ne nous avait pas habitués à les voir aussi richement esséminés.

Tourbe de Paris (quai Saint-Bernard) (Seine).

Nous avons fait connaître déjà les résultats détaillés de l'examen d'échantillons tourbeux prélevés au cours de travaux du chemin de fer Métropolitain, à Paris, quai Saint-Bernard, par M. Soyer, et qui nous ont été très aimablement communiqués par M. Lemoine. Nous rappelons très succinctement les grands

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

traits du diagramme pollinique [1] : Pin (*P. silvestris*) en cours de disparition, poussée de Coudrier, avec Chênaie mixte et Hêtre. La Chênaie mixte (Chêne d'abord, puis Orme) et la Hêtraie s'effacent ensuite devant l'Aulne.

Conclusions générales.

Abstraction faite de variations de détail, l'histoire forestière de la région parisienne durant les temps flandriens : tardiglaciaires et postglaciaires (quaternaires récents), se condense en quelques phases silvatiques qui constituent autant d'horizons stratigraphiques :

1° Phase du Bouleau-Pin (type *P. montana*).

2° Phase du Pin silvestre seul ou dominant, avec Chênaie mixte.

3° Phase de la Chênaie mixte (Chêne généralement dominant avec Orme), exceptionnellement accompagné de Hêtre.

4° Phases terminales : forêt appauvrie, répartition des essences irrégulière, parfois Aulne développé.

Il faudrait y ajouter la phase de la forêt actuelle, fort appauvrie, modifiée et cultivée par l'homme.

Nous ne nous aventurerons pas à tenter de préciser un parallélisme entre ces phases climatiques et les divisions préhistoriques classiques, n'ayant pas eu la chance de rencontrer *nous-mêmes*, lors de nos fouilles, d'ustensiles ou d'objets. On sait combien il est difficile de se fier aux objets récoltés dans la tourbe sans contrôle pollinique, les ustensiles descendant généralement dans la masse tourbeuse plus bas que leur lit d'origine.

C'est à l'histoire climatique et silvatique flandrienne du Nord-Ouest de l'Europe qu'il y a lieu de se rapporter pour loger nos phases silvatiques de la région parisienne dans le cadre du quaternaire post-wurmien. Nous proposerons l'assimilation suivante :

Phase du Bouleau-Pin = Période arctique glaciaire, subarctique ou préboréale (fin du Paléolithique sup. ou Epipaléolithique).

Phase du Pin silvestre avec Chênaie = Période préboréale et boréale (Epipaléolithique, puis Néolithique ancien).

Phase de la Chênaie mixte = Période subboréale et subatlantique (Néolithique au Protohistorique).

Phases terminales = Protohistorique à nos jours.

1. G. Dubois et M^me^ C. Dubois. Analyse pollinique d'une tourbe rencontrée à Paris..., *loc. cit.*, 1937, fig. (p. 109).

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

EXPLICATION DE LA PLANCHE XXVII

Tourbière de Bresles

(Photographies Dubois, avril 1931)

Fig. 1. — La tourbière de Bresles, au voisinage du Mont de Sable. (Région où ont été effectués les sondages 3 et 4 du texte.) Sol ancien de la tourbière, plat, très sec, avec exploitations à fond noyé, occupées par les roseaux. En arrière-plan, carrière de sable éocène ouverte dans le Mont de Sable.

Fig. 2. — Petite exploitation de la tourbière de Bresles, en un point où la tourbe est riche en calcaire lacustre, un peu ocreux, entre la route de Bresles à Hermes et les cressonnières voisines du Mont de Sable. (Région du sondage 2 *bis* du texte.) Sol ancien de la tourbière, très plat et très sec, avec, à droite, quelques mottes de tourbe précédemment extraites ; à gauche, le sac donne l'échelle de la photographie. Fond de l'exploitation inondé.

Fig. 3. — Région du Marais de Bresles aménagé en cressonnière, près du Mont de Sable. (Région très voisine des exploitations représentées dans la fig. 1.) Nouveau sol surbaissé après exploitation de la tourbe (jusqu'auprès du niveau d'eau). Rigoles de cultures cressonnières. En arrière-plan, butte d'Éocène bordant le Marais.

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

Sur deux végétaux nouveaux du Dévonien supérieur

par **M. D. Zalessky**[1].

Sur la pente gauche du petit ravin Victoria-Tarama débouchant du côté droit immédiatement en aval de la montagne Bakhtcha dans la petite rivière Mokraïa Volnovakha, en aval du moulin de Bakhmann, près du village Grande Karakouba, au bassin houiller du Donetz ainsi que sur la montagne « Bakhtcha » même, on voit affleurer au jour, au milieu du complexe de roches du Dévonien supérieur, un schiste argilo-siliceux jaune clair renfermant des restes de plantes. H. Th. Tchirkova et moi, nous avons déjà eu l'occasion[2] de donner la description de restes de branches de plantes gymnospermes, à structure conservée, représentées par deux espèces de nouveau genre *Caracuboxylon* (*Caracuboxylon bachasuense* Zal. et Tchirkova et *Caracuboxylon Arnoldi* Zal. et Tchirkova) provenant de ce schiste. En 1936,

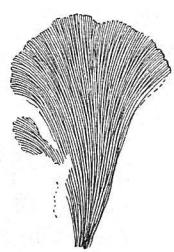


Fig. 1. — *L'Archaeopteris Archetypus* Schmalhausen. Pinnule isolée d'une penne. Rive droite de la rivière Mokraïa Volnovakha, un peu en amont du village Grande Karakouba, sur la pente gauche du petit ravin Victoria-Tarama débouchant du côté droit dans la rivière M. Volnovakha immédiatement près de Bakhtcha, 1 : 1.

lors de notre visite commune à ce lieu de provenance, nous avons eu la chance de trouver encore dans la même roche d'autres restes végétaux. A côté de pinnules de plantes déjà connues, *Archaeopteris Archetypus* Schmalh. (fig. 1) et *Sphenopte-*

1. Note présentée à la séance du 6 décembre 1937.

2. M. D. Zalessky et H. Th. Tchirkova. Observations sur deux végétaux nouveaux du Dévonien supérieur du bassin du Donetz. *Bull. de l'Acad. des sciences de l'U. R. S. S.*, 1930, C.S Ph. M., p. 69.

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

ris Lebedewi SCHMALH. [1] (fig. 2) qu'elle contenait, nous y avons aussi trouvé des fragments de pinnules d'une plante inconnue. Ces pinnules rappellent par leurs dimensions, ainsi que par leur contour général, les très grandes pinnules de *Archaeopteris Archetypus* SCHMALH., mais elles en diffèrent par leur bord antérieur plus ou moins lobulaire, ainsi que par leur nervation espacée divergente de la base. Dans cette nervation, hormis les nervures longitudinales habituelles à ce type de nervation, nous avons constaté, en examinant attentivement les échantillons,

2 3

FIG. 2-3. — *Sphenopteris Lebedewi* SCHMALHAUSEN. Fragments de penne à pinnules fortement divisées ; empreinte et contre-empreinte du même échantillon. Rive droite de la rivière Mokraïa Volnovakha, sur la pente gauche du petit ravin Victoria-Tarama débouchant du côté droit dans la Mokraïa Volnovakha immédiatement près de Bakhtcha, 1 : 1.

des anastomoses fines qui les unissent. Je donne donc ci-dessous la description de ces pinnules comme étant des restes d'une plante tout à fait nouvelle, sous la dénomination de *Bachasupteris lobata* ZAL.

Une autre nouvelle plante intéressante du Dévonien supérieur a été trouvée par H. Th. Tchirkova sur la même Mokraïa Volnovakha, mais en amont du village Styla, dans le petit ravin Hélène-Tarama, en 1937. Elle provient donc du même gisement de plantes du Dévonien supérieur du bassin du Donetz que celui d'où proviennent les représentants des genres *Helenia* et *Heleniella* et d'autres formes végétales qui leur sont apparentées, dont j'avais déjà donné la description [2]. J'ai placé cette plante dans un nouveau genre *Meristopteris* et j'en donne la description dans le texte qui suit sous le nom de *Meristopteris laciniata* ZAL.

1. I. SCHMALHAUSEN. Ueber Devonische Pflanzen aus dem Donetz-Becken Mit 2 Tafeln und 2 Holzschnitten im Text. *Mémoires du Comité géologique*, vol. VIII, n° 3 et dernier, 1894, Saint-Pétersbourg.

2. M. D. ZALESSKY. Végétaux nouveaux du Dévonien supérieur du bassin du Donetz. *Bull. de l'Académie des sciences de l'U.R.S.S.*, C.S.M.N., 1931, p. 557.

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

Bachasupteris lobata Zal. n. g. et n. sp.

(fig. 4-7)

Fragments de lanières (parties) cunéiformes de feuilles (pinnules) à bord antérieur saillant en arc, atteignant une largeur de 3,5-4 cm. au sommet, tantôt plus ou moins entier, tantôt, plus souvent, divisé en lobes ou lobules développés inégalement, arrondis ou plus souvent obtus, de différente largeur, avec une

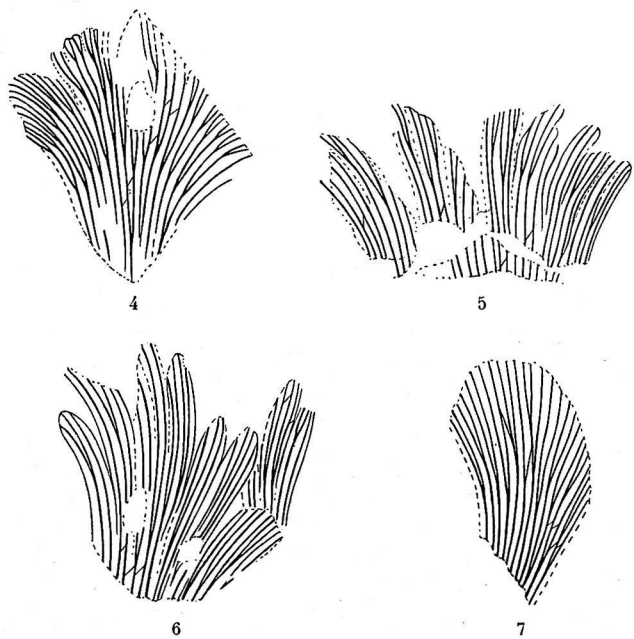


Fig. 4-7. — *Bachasupteris lobata* Zal. Fragments de pinnules à nervation divergente de leur base. Par endroits entre les nervures longitudinales on voit des anastomoses obliques. Rive droite de la rivière Mokraïa Volnovakha (Bakhasou), un peu en amont (à 2 kil.) du village Grande Karakouba, sur la pente gauche du petit ravin Victoria-Tarama débouchant dans la Mokraïa Volnovakha immédiatement près de Bakhtcha, 1 : 1.

nervation divergente de la base des parties (lanières) de la feuille ou des pinnules. Les bords latéraux des pinnules sont courbés en arc en dedans. Les nervures sont arquées, se dichotomisant plusieurs fois, ne s'approchant, par leurs extrémités, que du bord antérieur des pinnules, assez grosses, espacées. Sur un demi-centimètre de la largeur du limbe foliaire, dans sa partie moyenne, aboutissent jusqu'à 5 nervures, tandis que sur le bord antérieur, viennent se terminer de 5 à 7 nervures sur un demi-centi-

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

mètre. Entre les nervures, on voit par endroits des nervules-anastomoses obliques. On aperçoit plutôt des anastomoses qui vont de gauche à droite vers le haut et ce n'est qu'en un seul cas qu'on a observé une anastomose se dirigeant vers le haut de droite à gauche. Dans la plupart des cas, les anastomoses sont imparfaitement perceptibles.

Les fragments de feuilles sont conservés en formes d'empreintes sur un schiste siliceux fendu par des fissures qui se laissent fendre en morceaux accidentels ordinairement de petites dimensions et de forme irrégulière et ne peut être fendu qu'irrégulièrement et avec peine dans le sens de la stratification de la roche, où l'on pourrait observer les restes des feuilles (pinnules) qui sont cachés dedans. Ceci explique la fragmentation de leurs empreintes qui ne laisse pas reconnaître le caractère ni la forme de la pinnule entière, sans parler des portions plus grandes de la feuille ou de la fronde.

La position systématique exacte de ces pinnules est inconnue. Par leur forme et par la division de leur bord antérieur, elles rappellent les pinnules de quelques espèces d'*Archaeopteris* chez lequel pourtant on n'a pas observé jusqu'à présent une nervation aussi espacée que celle qu'on observe chez les pinnules dont la description vient d'être donnée, ni des anastomoses obliques entre leurs nervures longitudinales. C'est selon toute probabilité un nouveau genre de Fougère auquel je donne par conséquent le nom de *Bachasupteris*, c'est-à-dire de Fougère provenant de la rivière Bakhasou. C'est le nom en langue tatare que la population gréco-tatare de la contrée donne à la rivière Mokraïa Volnovakha.

Provenance et horizon. Schistes argilo-siliceux sur la rive gauche du petit ravin Victoria-Tarama, débouchant du côté droit dans la rivière Mokraïa Volnovakha, immédiatement près de Bakhtcha et du village Grande Karakouba. Bassin houiller du Donetz. Dévonien supérieur.

Meristopteris laciniata n. g. et n. sp.

(fig. 8)

Portion de penne, portant des pinnules fortement divisées, fendues en lobules étroits cunéiformes, presque loranthoïdes et disposées en un rang d'un côté de la penne et s'en approchant avec décurrence de la partie moyenne. Dans cet endroit des empreintes, se trouvant au bord de l'échantillon, on voit se dessiner une surface striée le long de son étendue, atteignant une

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

largeur de 5 mm., qui, peut-être, représente un fragment du rachis de cette penne ; mais l'état de conservation ne suffit pas pour une telle assertion. La surface des pinnules porte des nervules fines longitudinales convergentes vers le bas, dont on compte environ dix sur une lanière ou un lobule d'une largeur de 2 mm. Les extrémités des lobules ou lanières mêmes sont arrachées, de sorte que le caractère des sommets est inconnu.

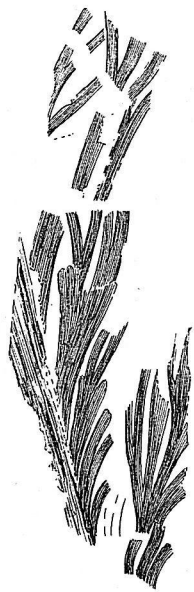


FIG. 8. — *Meristopteris laciniata* ZAL. Portion d'une penne en empreinte négative. Rive gauche de la rivière Mokraïa Volnovakha en amont du village Styla, petit ravin Hélène-Tarama. 1 : 1.

La portion de la penne est conservée par deux empreintes. La description est donnée d'après l'empreinte négative que l'auteur possède. L'empreinte positive a été présentée par l'auteur en 1937 au Dr W. Jongmans lors de leur excursion commune au lieu de provenance de la flore dévonienne, sur la rivière Mokraïa Volnovakha, où les deux empreintes avaient été trouvées par H. Th. Tchirkova. *Meristopteris laciniata*, par le caractère de sa nervation, rappelle le genre *Archaeopteris*, différant pourtant des pinnules divisées de ce genre par une longueur un peu plus grande de ses pinnules et parce qu'elles sont plus divisées.

Provenance et horizon. Rive gauche de la rivière Mokraïa Volnovakha en amont du village Styla, petit ravin Hélène-Tarama. Dévonien supérieur.

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

Le Lias de Durfort (Gard)

par **V. Stchepinsky**[1].

Planche XXVIII.

Le dôme liasique de Durfort (dép. du Gard) est situé dans les Basses-Cévennes (Languedoc oriental) entre Saint-Hippolyte-du-Fort et Anduze, à la limite nord de la feuille « Le Vigan » [2]. Remarquable par les affleurements continus et les richesses paléontologiques de son Lias, la région de Durfort avait déjà attiré l'attention des géologues du siècle dernier (Jeanjean [18, 19], Dumas [8]). Le faciès du Lias de cette région est identique à celui du Saint-Loup (F. Roman et Gennevaux [33]) et diffère de ceux du Bassin du Rhône, très variables, d'ailleurs (F. Roman [32]). On y observe la série liasique complète que l'on peut diviser en 4 groupes lithologiques :

I. Rhétien-Pliensbachien. — Dolomie bréchique noirâtre reposant sur le Trias (Rhétien) ; dolomie couleur de fumée (Hettangien) avec *Gryphaea arcuata* Lmk. vers le sommet (Sinémurien) ; calcaire très dur, sombre, miroitant, à nodules et couches de silex et filons de galène, blende, smithsonite, riche en *Gr. obliqua* (Goldfuss) et *Pentacrinus tuberculatus* Miller et, vers le sommet, en plus : *Polymorphites Jamesoni* Sowerby, *Æquipecten acutiradiatus* Münster *in* Goldfuss, *Chlamys textoria* Schlotheim, *Terebratula* sp. etc... (Lotharingien ? et Pliensbachien).

II. Domérien inf. — Faible couche de calcaire gris-clair marneux, lisse, riche en *Lytoceras fimbriatum* Sowerby (de très grande taille), *Tropidoceras Stahli* Oppel, *Grammoceras celebratum* Fucini et débris de *Belemnites*.

III. Domérien sup.-Aalénien inf. — Puissante série de marnes grises comprenant : le Domérien sup. à :

Belemnites Bruguierianus d'Orbigny,
B. penicillatus Sowerby,
B. armatus Dumortier,
B. virgatus (Dumortier),
Amaltheus margaritatus Montfort,
Amaltheus spinatus Bruguière,
Tisoa siphonalis de Serres,
etc... ;

1. Note présentée à la séance du 20 décembre 1937.

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

le Toarcien avec banc continu de schistes cartons noirs à *Harpoceras falciferum* SOWERBY à la base et puis marnes à :

Belemnites tricissus (JANENSCH),
Phylloceras Nilssoni HÉBERT,
Ph. heterophyllum SOWERBY,
Ph. durfortense nov. sp.,
Lytoceras cornucopiae YOUNG et BIRD,
L. Germaini D'ORBIGNY,
Hammatoceras sp.,
Polyplectus bicarinatus MÜNSTER *in* ZIETEN,
P. subplanatus OPPEL,
Pseudolioceras Authelini MONESTIER,
Pseudogrammoceras Reynesi MONESTIER,
Hildoceras bifrons BRUGUIÈRE (rare).
H. Gaudryi MONESTIER,
Harpoceras dispansiforme WUNSTORF,
Cœloceras mucronatum D'ORBIGNY,
Cœl. crassum PHILLIPS,
Inoceramus cinctus GOLDFUSS,
Natica Pelops D'ORBIGNY,
(*Trochus*) *subduplicatus* D'ORBIGNY,
Eucyclus capitaneus MÜNSTER *in* GOLDFUSS,
etc...

passant sans changement lithologique à l'Aalénien inf. à :

Phylloceras tatricum PUSCH,
Harpoceras aalense ZIETEN,
H. mactra DUMORTIER,
H. costosum (QUENSTEDT),
Dumortieria pseudoradiosa BRANCO,
Dumortieria Levesquei D'ORBIGNY,
D. irregularis STOLLEY *in* ERNST,
D. subundulata BRANCO,
Grammoceras fluitans DUMOTIER,
etc...

IV. AALÉNIEN SUP. — Calcaire marneux à *Cancellophycus scoparius* THIOLLIÈRE avec quelques marnes, inséparable du Bajocien à Durfort, contenant *Ludwigia* au Saint-Loup et à Saint-Guilhem-le-Désert.

Il résulte de cette description qu'après la phase triasique, la mer peu profonde (faciès côtier dolomitique et à Gryphées) s'est maintenue pendant tout le Lias inf. et le Pliensbachien. Le Domérien inf. marno-calcaire à *Lytoceras* se distingue par le commencement brusque d'un approfondissement qui s'est accentué pendant la période marneuse à *Phylloceras* et *Lytoceras* (faciès bathyal) et s'est arrêté net au milieu de l'Aalénien dont la partie supérieure à *Cancellophycus* se raccorde avec l'Oolithique. Il est impossible de tracer les limites inférieure et supérieure de l'Aalénien sur la carte. Je m'en suis rendu compte déjà au Saint-Loup et à Saint-Guilhem (voir également F. Roman [32, p. 45] à propos du Mâconnais et Beaujolais).

Tous les fossiles mentionnés proviennent de mes récoltes personnelles. Leur liste peut être complétée d'après les travaux de

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

Dumas [8], Jeanjean [18, 19] et Dumortier [9]. Dans les pages qui suivent j'indiquerai les traits caractéristiques et distinctifs de quelques-unes des espèces récoltées.

Lotharingien-Pliensbachien.

Gryphaea obliqua (Goldfuss).

Fig. 1.

1840. *Gryphaea obliqua* Sow. Goldfuss. Petref. Germ., 2e par., p. 30, pl. LXXXV, fig. 2.
Non *Gr. obliquata* Sowerby (synonymie erronée *in* Goldfuss).

Les dimensions et la forme de mes échantillons correspondent exactement à celles de l'exemplaire figuré par Goldfuss (h. 58 mm., l. 46 mm.). Valve gauche globuleuse, bombée, large avec base du crochet (cou) épaisse, aplatie sur le dos ; élargie obliquement du côté postéro-palléal, sans aucune trace de sillon (même sous forme d'incurvation de lignes d'accroissement) ; crochet moyennement recourbé. Valve droite petite, subplane, rarement visible sur les échantillons de Durfort solidement encastrés dans la roche avec valve gauche en saillie. *Gr. obliqua* (G.) se distingue facilement de *Gr. arcuata* Lmk. par sa forme plus large, par l'absence totale du sillon, par son crochet plus large, moins replié et de *Gr. cymbium* Lmk. par son obliquité et par son crochet plus large à la base, plus incurvé. *Gr. obliqua* (Lotharingien-Pliensbachien) succède à *Gr. arcuata* sinémurien et précède *Gr. cymbium* surtout domérien. Je partage l'opinion des auteurs comme : Dumas, Jeanjean, Dumortier, Haug, Roman, Gennevaux, Gignoux, etc... Mlle Dechaseaux [6], n'a pas cité l'espèce de Goldfuss, s'étant uniquement occupée des Liogryphées de l'Est du bassin de Paris.

Pentacrinus tuberculatus Miller.

Fig 2 ; pl. XXVIII, fig. 1.

1821. *Pentacrinus tuberculatus* Miller. A nat. hist. Crinoidea, p. 64 et pl.

Fragments de tiges et articles détachés ; détails d'ornementation et de structure interne difficilement visibles. Articles minces, pentagonaux sans angles vifs (d. 12 mm.). Suture entre articles finement denticulée. L'espèce, répandue au Lotharingien-Pliensbachien, se distingue de *P. basaltiformis* Miller par son dia-

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

mètre plus fort, par ses articles à angles émoussés, par sa surface granuleuse, par l'absence de costules externes et par la suture entre articles plus denticulée. Aussi fréquent que *Gr. obliqua*. Quelques échantillons de Durfort ont été décrits par de Loriol [21, p. 68, 78; pl. 134, f. 2, 3].

Æquipecten acutiradiatus Münster *in* Goldfuss.

Fig. 3; pl. XXVIII, fig. 2.

1840. *Pecten acutiradiatus* Münster *in* Goldfuss. Petr. Germ., 2e par., p. 44, pl. LXXXIX, fig. 6.

Taille moyenne (env. 30 mm.), forme presque aussi large que haute; valves légèrement convexes; côtes (une vingtaine) espacées, égales, saillantes, à section triangulaire; intervalles plus larges, arrondis; oreillette antérieure grande, avec échancrure byssale assez large; stries concentriques fines, serrées, bien visibles. L'espèce signalée par Dumortier [9, 2e et 3e par.] depuis le Sinémurien et jusqu'au Domérien est voisine de *Pseudopecten acuticosta* Lmk. par la section des côtes, mais s'en distingue, naturellement, par ses oreillettes ainsi que par son ornementation concentrique plus marquée; nombre de côtes à peu près le même.

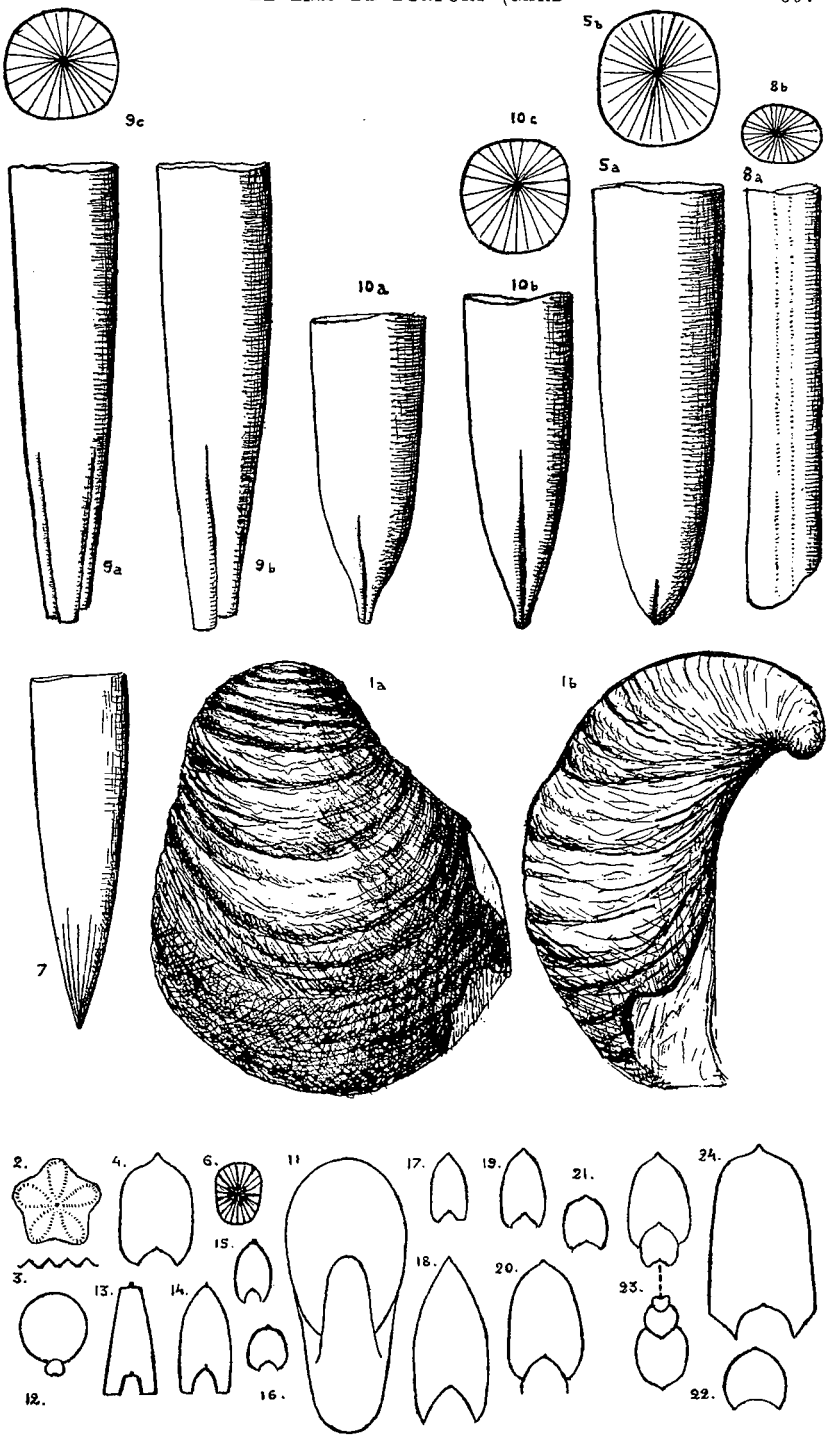
Chlamys textoria Schlotheim.

1820. *Pectinites textorius* Schlotheim. Die Petrefactenkunde, p. 229.
1840. *Pecten textorius* Schloth. Goldfuss. Petr. Germ., 2e par., p. 45, pl. XC, fig. 9.

Légendes des figures de la page ci-contre :

1. — *Gryphaea obliqua* (Goldfuss).
2. — *Pentacrinus tuberculatus* Miller.
3. — *Æquipecten acutiradiatus* Münster.
4. — *Tropidoceras Stahli* Oppel.
5. — *Belemnites Bruguierianus* d'Orbigny.
6. — *B. penicillatus* Sowerby.
7. — *B. armatus* Dumortier.
8. — *B. virgatus* (Dumortier).
9-10. — *B. triscissus* (Janensch).
11. — *Phylloceras durfortense* nov. sp.
12. — *Lytoceras Germaini* d'Orbigny.
13. — *Polyplectus bicarinatus* Münster.
14. — *Pseudolioceras Authelini* Monestier.
15. — *Pseudogrammoceras Reynesi* Monestier.
16. — *Hildoceras Gaudryi* Monestier.
17. — *Harpoceras dispansiforme* Wunstorf.
18. — *Harp. mactra* Dumortier.
19. — *Harp. costosum* (Quenstedt)
20. — *Dumortieria pseudoradiosa* Branco.
21. — *Dum. Levesquei* d'Orbigny.
22. — *Dum. irregularis* Stolley *in* Ernst.
23. — *Dum. subundulata* Branco.
24. — *Grammoceras fluitans* Dumortier.

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



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

Forme plus haute que large ; valves très peu convexes, subtriangulaires, arrondies sur le bord palléal. Ornementation caractéristique permettant d'identifier même les fragments : côtes nombreuses, droites, à section arrondie et *costules régulièrement intercalées*, *plus fines* ; lignes concentriques lamelleuses, serrées. Large répartition stratigraphique : depuis l'Hettangien jusqu'au Toarcien d'après Mlle Dechaseaux [7, p. 14]. Les exemplaires pliensbachiens de Durfort correspondent, par leur taille, aux formes du Lias moyen plus grandes et à côtes plus serrées que celles du Sinémurien.

Domérien inférieur.

Tropidoceras Stahli Oppel.

Fig. 4 ; pl. XXVIII, fig. 3.

1853. *A. radians numismalis*? Oppel. Der mittl. Lias Schw., p. 51, pl. III, fig. 2.
1858. *A. Stahli* Oppel. Die Juraf., p. 168, § 25, n° 34.
1900. *Cycloceras Stahli* Oppel. Fucini. Amm. Lias m., v. V, p. 173, pl. IV, fig. 2.

Exemplaires de taille variable ; ombilic large et très peu profond ; tours nombreux, assez bas, très comprimés ; flancs subparallèles au milieu, légèrement convexes ; dos assez étroit, muni d'une carène avec 2 légers sillons ; 28-30 côtes saillantes, droites (légèrement penchées vers l'arrière), brusquement coudées vers l'avant au bord de la région siphonale avec un très léger nœud (peu visible sur la figure donnée par Oppel). L'espèce type est du « Pliensbach-Gruppe » se terminant par le niveau à *A. ibex* (z. à *A. Davöi* et *A. fimbriatus* d'après Oppel [27], table 64).

Grammoceras celebratum Fucini.

Pl. XXVIII, fig. 4.

1900. *Grammoceras celebratum* Fucini. Brevi not. s. Amm., p. 53.
1901. *Gr. celebratum* Fucini. Amm. d. Lias m., v. VI, p. 41, pl. X, fig. 1, 2.

Espèce caractérisée par ses côtes nombreuses (58-60), serrées, très flexueuses : dirigées en avant sur 1/3, puis incurvées vers l'arrière pour dessiner, sur le 1/3 extérieur, une nouvelle large courbe vers l'avant où elles se prolongent, très serrées, prallèlement à la carène, sur une longue distance. Section des tours mince, ovalaire, se rétrécissant doucement vers le dos qui porte une petite carène étroite.

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

DOMÉRIEN SUPÉRIEUR.

Belemnites Bruguierianus D'ORBIGNY.

Fig. 5 *a*, *b*.

1813. *B. paxillosus* SCHLOTTHEIM. Beitrag. z. Naturg. d. Verst., p. 70 (*pars*).
1830. *B. paxillosus* SCHLOTHEIM. ZIETEN. Pétr. Wurt., p. 29, pl. XXIII, fig. 1.
1842. *B. Bruguierianus* D'ORBIGNY. Pal. Fr., Terr. J., t. I, p. 84, pl. 6, fig. 1-5.
1845. *B. niger* D'ORBIGNY. Pal. Univ., p. 261, pl. 40, fig. 1-5 (non pl. 39).
1925. (B.) *Passaloteuthis Bruguierianus* D'ORB. LISSAJOUS. Bél. Jur., p. 65, 118, 119.

L'histoire, très compliquée, de cette espèce très répandue au Domérien sup. exige une mise au point. Schlottheim a réuni plusieurs espèces sous le nom de *B. paxillosus* mal défini. En 1842, d'Orbigny a donné le nom de *B. Bruguierianus* à *B. paxillosus* (*pars*) avec une bonne description (p. 84), sauf l'indication de la présence de « 3 sillons dorsaux » (le 3e n'est qu'une des stries du sommet) et le renvoi à la pl. 7 qui est, en réalité, pl. 6, où l'espèce est bien figurée, mais sous le nom de *B. niger* LISTER (nom partiel à supprimer). L'auteur souligne la distinction avec *B. compressus* BLAINVILLE (*l. c.*, p. 81, pl. 5 *pars* et non pas 6 indiquée dans le texte) = *B. rhenanus* OPPEL (ce n'est pas l'espèce de Blainville) : forme cylindrique, non conique ; section subcarrée, non ovale ; axe subcentral au lieu d'être subventral ; cavité alvéolaire beaucoup plus courte ; *trois sillons contre deux*. Tout ceci est juste sauf le 3e sillon. En 1845, d'Orbigny change d'avis et réunit les deux espèces sous le nom de *B. niger* LISTER (*l. c.*, p. 261, pl. 39 *pars* et pl. 40 qui sont respectivement pl. 5 et 6 de la *Pal. Fr.*). Il n'y est plus question des différences indiquées ci-dessus ; la description se rapporte, toute entière, à *B. Bruguierianus* avec une heureuse rectification au sujet des *3 sillons* (p. 263) : *Cette Bélemnite se distingue du* B. tripartitus *par sa forme plus cylindrique, par ses deux sillons apicaux au lieu de trois...* Naturellement la synonymie et la pl. 39 doivent être exclues. En sortant de ce labyrynthe éclairci par Lissajous, résumons les traits caractéristiques de cette belle espèce : grande taille, rostre allongé, droit, rétréci au sommet seulement ; section subquadratique à angles presque disparus ; côtés très légèrement aplatis ; sommet court, obtus, central, portant deux sillons dorso-latéraux profonds, mais très courts et quelques stries fines, bien marquées ; rarement indice d'un sillon ventral plus court ; cavité alvéolaire subcentrale, $< 1/2$ du rostre ; forme massive.

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

Belemnites penicillatus Sowerby.

Fig. 6; pl. XXVIII, fig. 5, 6.

1828. *Belemnites penicillatus* Sowerby. Min. Conch., v. VI, p. 181, pl. 590, fig. 5, 6.

Le nom de cette jolie espèce est rarement cité. On l'a confondue, p. ex., avec *B. Fournelianus* d'Orbigny voisin par sa petite taille et forme comprimée de son rostre, mais se distinguant par son sommet simple, court, irrégulièrement arrondi, *non étiré* et ses dépressions latérales très courtes. J'ai retrouvé à Durfort les deux formes de l'espèce bien figurées par Sowerby. Exemplaires de petite taille fortement comprimés sur les côtés qui portent une faible dépression, large et longue; épaisseur invariable jusqu'au sommet brusquement rétréci, puis contracté et, enfin, étiré plus ou moins jusqu'à la pointe obtuse; fortes stries et, parfois, deux faibles sillons au sommet. Le degré d'étirement est variable comme on peut l'observer sur les figures de Sowerby et les échantillons de Durfort. Je ne sais pas comment Lissajous [20, p. 120] a pu mettre cette espèce en synonymie avec *B. armatus* Dumortier, grande forme *régulièrement conique sur 1/3 du rostre* avec *pointe aiguë*; il n'y a que les fortes stries qui sont communes. Dumortier distinguait les 2 espèces.

Belemnites armatus Dumortier.

Fig. 7.

1869. *B. armatus* Dumortier. Bass. du Rh., 3e par., p. 40, pl. I, fig. 13-16.

Exemplaire de taille moyenne correspondant à l'espèce de Dumortier par son rostre allongé, droit, comprimé, régulièrement conique sur le premier 1/3 de sa longueur avec pointe aiguë et sommet couvert de fortes et longues stries et de deux sillons dorso-latéraux faibles et courts. Les fortes stries et le sommet long, conique, central caractérisent l'espèce.

Belemnites aff. *virgatus* (Dumortier).

Fig. 8 *a*, *b*.

1869. *B. virgatus* Mayer. Dumortier. Bass. du Rh., 3e par., p. 41, pl. IV, fig. 1-6.

Plusieurs fragments de Bélemnite recueillis au Domérien sup. de Durfort se rapportent exactement aux figures données par Dumortier : forme très allongée et étroite, fortement comprimée,

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

à section ovale, invariable tout le long du fragment ; on distingue, sur les flancs, deux très faibles sillons séparés par un léger pli à peine visible. Ce n'est pas l'espèce de Mayer (nom donné à *B. paxillosus numismalis* QUENSTEDT) qui est hastée, ni *B. longiformis* TATE et BLAKE [42, p. 320, pl. IV, fig. 8] que ces auteurs rapprochent des figures de Dumortier, mais qui est également hastée, ainsi que *B. carinatus* HEHL in ZIETEN [45, p. 27, pl. XXI, fig. 6] dont la section est, en outre, plus circulaire.

Tisoa siphonalis DE SERRES.

1840. *Tisoa siphonalis* DE SERRES. Descr. de quelques mollusques..., p. 10, pl. 1.
1869. *T. siphonalis* DE SERRES. DUMORTIER. Bass. du Rh., 3e par., p. 173, pl. XXIV-XXVI.

L'origine de ce corps fossile caractéristique du Domérien sup. n'a pas encore été éclaircie définitivement. S'agit-il des Vers marins ? C'est à Durfort (Fressac) que le fossile « curieux » a été signalé pour la première fois par d'Hombres-Firamas (*Bibl. Univ. Genève*, 1839). Les échantillons de M. de Serres proviennent du Saint-Loup. Le corps entier de ce fossile n'a jamais été trouvé. On rencontre, à Durfort, des nombreux fragments de *T. siphonalis* : tranches ovalaires d'un corps subcylindrique enveloppé dans une gangue calcaire et percé par deux trous (siphons) symétriques disposés sur le grand diamètre.

TOARCIEN.

Belemnites triscissus (JANENSCH).

Fig. 9 et 10.

1830. *B. trisulcatus* HARTMANN *in* ZIETEN. Pétr. Wurt., p. 31, pl. 24, fig. 3.
1902. *B. triscissus* JANENSCH. Jurensissch. Elsass, p. 113, pl. XII, fig. 7.
» *B. tripartitus* SCHLOTH. JANENSCH. *Id.*, p. 118, pl. XI, fig. 6-8.

Bélemnite prédominante dans le Toarcien de Durfort. Le nom de *triscissus* a été donné à *B. trisulcatus* HARTMANN (nom préemployé par Blainville). Lissajous y a rajouté, avec raison [20, p. 146, 147], *B. tripartitus* SCHL. *in* JANENSCH. L'espèce de Schlotheim est mal définie ; les échantillons de Janensch ne sont que des formes de son *B. triscissus* qui est très variable par sa section ovalaire ou arrondie, par la forme de son sommet plus ou moins long et incurvé, par sa cavité alvéolaire plus ou moins centrale et longue. Ce qui reste caractéristique c'est la dissymé-

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

trie de la partie conique du rostre et la section régulièrement et profondément trilobée du sommet à pointe obtuse ; les trois sillons sont toujours profonds, mais plus ou moins allongés ; le sillon ventral n'est pas toujours plus long que les autres ; les sillons latéraux sont généralement incurvés.

Phylloceras durfortense nov. sp.

Fig. 11 ; pl. XXVIII, fig. 7.

Phylloceras de taille variable (30-55 mm.), à ombilic réduit à un point, à tours épais avec section subovoïde (max. de largeur au 1/3 extérieur), à dos largement arrondi et à cloisons de *Ph. heterophyllum* Sow. *in* d'Orbigny (éléments courts, ramassés). En admettant : 1° les dimensions de l'ombilic, 2° l'épaisseur relative du dernier tour, la forme de sa section ainsi que 3° la forme générale des cloisons — comme traits distinctifs d'espèces de *Phylloceras* on peut considérer la forme en question comme une espèce inédite. Malgré de très longues recherches je n'ai trouvé aucune forme réunissant les caractères indiqués plus haut, sauf un exemplaire de la collection de la Sorbonne provenant de Durfort et étiqueté *Amm.* (*Phylloceras*) *frondosus* Reyn. *Lias sup. Fressac.* Malgré sa taille plus importante (II) il offre les mêmes mesures relatives que celui que je figure ici (I) :

	Diam. (d)	Haut. d. t (h)	Ep. d. t (ép.)	h/d	ép/d	ép/h
I	34 mm.	21 mm.	15,5 mm.	0,62	0,45	0,74
II	52 mm.	34 mm.	24 mm.	0,65	0,46	0,71

Chez *Ph. heterophyllum* Sow. l'épaisseur du dernier tour est beaucoup plus faible (0,35 contre 0,45) et son max. est au 1/3 intérieur, le dos est beaucoup moins large. *Ph. frondosum* Reynès possède un ombilic plus large, laissant voir les tours internes ; section du tour plus étroite, elliptique ; cloisons à terminaisons longues et étroites. Les cloisons de *Ph. Hebertinum* Reynès se composent d'éléments nombreux avec selles très étroites, hautes, pareilles entre elles. *Ph. Monestieri* de Brun et Marcelin [4] possède la même épaisseur relative (ép/d — 0,43 ; ép/h — 0,72) du dernier tour, mais d'après les auteurs sa ligne de cloison se compose des lobes et selles égaux, le lobe siphonal possédant la même profondeur que le latéral (il est moins profond chez *Ph. durfortense*). Afin de ne pas prolonger cette description comparative, j'indiquerai l'ouvrage récent de L. Negri [24] où les *Phylloceras* liasiques sont traités sous forme d'une véritable monographie.

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

Lytoceras Germaini d'Orbigny.

Fig. 12; pl. XXVIII, fig. 8.

1844. *Amm. Germaini* d'Orbigny. Pal. Fr., Terr. Jur., t. I, p. 320, pl. 101, fig. 1-7.

Exemplaires de petite taille répandus dans la z. à *H. bifrons*. Forme normale à section des tours presque circulaire, à côtes irrégulières, à 8-10 sillons transversaux et ligne des cloisons conforme aux figures de d'Orbigny (éléments dissymétriques).

Hammatoceras sp.

Forme largement ombiliquée, massive; tours épais, pas très hauts, à flancs subparallèles et à dos régulièrement et largement arrondi et faiblement caréné; côtes légèrement flexueuses, inclinées vers l'avant, réunies par 2-3 *près* du bord ombilical sous forme de nœuds allongés; pas de tubercules, même sur les tours internes. Cloisons très compliquées de *Hammatoceras*. Seul *H. Meneghinii* Bonarelli (nom donné à *A. insignis* Schübl. *in* J. Meneghini. Monographie des Fossiles du calcaire rouge ammonitique... Milan, 1867-81) correspond à l'ensemble de ces caractères, mais le nombre de côtes est presque double chez cette espèce.

Polyplectus bicarinatus Münster *in* Zieten.

Fig. 13; pl. XXVIII, fig. 9.

1830. *Am. bicarinatus*? Munster. Zieten. Pétrif. Wurt., p. 21, pl. XV, fig. 9.

La forme caractéristique, banale, à côtes plates et larges, séparées par des intervalles linéaires est très répandue à Durfort, mais on y trouve aussi des individus jeunes à côtes étroites, espacées, possédant, cependant, l'allure habituelle, falciforme, des côtes et le dos tronqué faisant angle avec les flancs. Je figure ici un exemplaire provenant du Saint-Loup qui montre le changement progressif de l'ornementation.

Polyplectus subplanatus Oppel.

1842-49. *A. complanatus* Bruguière. D'Orbigny. Terr. Jur., t. I, pl. 114 sauf fig. 3.
1856-1858. *A. subplanatus* Oppel. Juraform., p. 244, § 32, n° 19.

On ne trouve pas à Durfort les très grands exemplaires du Saint-Loup conformes aux figures de d'Orbigny, mais de petits

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

échantillons à côtes étroites, espacées, possédant, cependant, la forme caractéristique d'ornementation, ainsi que les flancs convexes, le dos arrondi et la quille détachée, creuse de l'espèce. C'est le cas analogue à celui de *P. bicarinatus* indiqué ci-dessus. D'Orbigny a figuré les deux espèces sur la pl. 114 sous le nom de *A. complanatus* Brug.

Pseudolioceras Authelini Monestier.

Fig. 14 ; pl. XXVIII, fig. 10.

1921. *Pseudol. Authelini* Monestier. Amm... du Toar. s., p. 32, pl. II, f. 29-31 ; pl. IV, f. 30.

Monestier a décrit un grand nombre de petites Ammonites toarciennes très répandues, mais négligées par les géologues antérieurs. Parmi ses *Pseudolioceras* j'ai trouvé souvent, à Durfort, le *P. Authelini* identique aux échantillons originaux conservés à la Sorbonne (collection partielle) et qui se distingue de *P. beauliziense* Mon. et *P. rivierense* Mon. par ses côtes mieux marquées et surtout par la section du dernier tour exactement ogivale, contrairement aux dos larges, arrondis et même aplatis des deux autres espèces voisines. L'ombilic très petit, à bord abrupt est celui de *Pseudolioceras* en général. Toarcien sup.

Pseudogrammoceras Reynesi Monestier.

Fig. 15 ; pl. XXVIII, fig. 11 et 12.

1921. *Pseudog. Reynesi.* Monestier. Amm... du Toar. s., p. 19, pl. I, f. 26 ; pl. IV, f. 20 c.

L'auteur distingue trois variétés de cette espèce : 1° comprimée, 2° épaisse, 3° ordinaire. C'est à la v. ordinaire qu'appartiennent tous mes échantillons. L'espèce est caractérisée par ses côtes irrégulières, à intervalles variables, parfois réunies par deux, très faiblement incurvées en S, assez grosses ; elles commencent près du bord ombilical et s'effacent avant d'atteindre la quille creuse ; section du tour subogivale, anguleuse sur le dos, arrondie sur le bord ombilical. Contrairement à l'expression de Monestier : « Les côtes... traversent les flancs en dispositif très régulier », on remarque une irrégularité dans l'épaisseur et l'espacement des côtes réunies, parfois, par deux (même sur les échantillons originaux).

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

Hildoceras Gaudryi MONESTIER.

Fig. 16 ; pl. XXVIII, fig. 13.

1921. *H. Gaudryi* MONESTIER. Amm... du Toar. s., p. 24, pl. II, fig. 28, 32, 33 ; pl. IV, f. 25.

Exemplaires de très petite taille (10-12 mm.) ; tours bas et larges, dos arrondi, orné d'une quille pleine avec deux légers sillons, bord ombilical arrondi ; ombilic petit et assez profond ; côtes serrées, irrégulières, droites à mi-hauteur, à peine visibles. Éléments de la ligne des cloisons peu découpés, courts, larges. Les échantillons-types possèdent une ornementation plus saillante et des tours un peu plus épais.

Harpoceras dispansiforme WUNSTORF.

Fig. 17 ; pl. XXVIII, fig. 14.

1905. *H. dispansiforme*. WUNSTORF. Fauna... v. Gallberg, p. 493, pl. 17, f. 5-7 ; pl. 18, f. 1-5.

Exemplaires de taille relativement petite (20 mm.) avec côtes en S, irrégulières, parfois réunies près de l'ombilic en nœuds saillants, parfois simples, très nombreuses, serrées ; leur nombre est, cependant, inférieur à celui du type qui en possède 70-75 ; l'ombilic est un peu plus large. L'espèce se distingue de *H. dispansum* LYCETT par la section de son dernier tour à flancs subparallèles sur 2/3 intérieurs (elle est subtriangulaire et à flancs convexes chez l'espèce de Lycett), par l'angle de la terminaison des côtes avec la quille qui est de 45° contre 60°. Les éléments des cloisons sont larges, assez découpés, mais à festons très courts. Limite entre Toarcien et Aalénien.

Inoceramus cinctus GOLDFUSS.

Pl. XXVIII, fig. 15.

1834-40. *Inoceramus cinctus* GOLDFUSS. Petr. Germ., 2e par., p. 110, pl. CXV, fig. 5.

Échantillons rares. Taille petite (h-20 mm.), valves allongées, hautes, subtriangulaires à bord palléal arrondi, très étroites près du crochet, très peu obliques, couvertes d'une série régulière de lignes concentriques fines et espacées (caractéristiques de l'espèce) ; surface des moules couverte de larges sillons concentriques.

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

Natica Pelops d'Orbigny.

1847. *Natica Pelops* d'Orbigny. Prodrome de Pal., 1re v., p. 247.
1850-60. *Natica Pelops* d'Orbigny. Pal. Fr., T. J., t. II, p. 188, pl. 288, f. 16, 17.

Espèce unique, mais très répandue au Toarcien sup. de Durfort. Le type de l'espèce provient de la colline de Fressac (Durfort).

Eucyclus capitaneus Münster *in* Goldfuss.

1841-44. *Turbo Capitaneus* Münster. Goldfuss. Petr. Germ., 3e par., p. 97, pl. CXCIV, f. 1.

Euc. capitaneus qui accompagne *T. subduplicatus* au Toarcien sup. est beaucoup plus rare que ce dernier dont il se distingue par ses deux rangées spirales de gros tubercules placées dans la zone médiane de chaque tour et séparées par une excavation.

Aalénien.

Cancellophycus scoparius Thiollière.

1858. *Chondrites scoparius* Thiollière *in* Réun. extr. à Nevers, p. 78.
1873. *Cancellophycus scoparius* de Saporta. Pal. Fr., Pl. J., t. I, p. 137, pl. 6; pl. 10, f. 3.

Les empreintes constituées de faisceaux de lignes arquées connues sous le nom de *C. scoparius* ont été considérées par certains auteurs comme l'effet de vagues sur les plages anciennes. D'autres les comparent avec les Fucoïdes. Leur valeur stratigraphique est faible, en général, puisqu'on les rencontre jusque dans le Callovien, mais dans les régions que j'ai étudiées personnellement : Saint-Guilhem-le-Désert, Saint-Loup, Durfort... ce fossile caractérise uniquement le groupe de calcaires marneux correspondant à l'Aalénien supérieur et au Bajocien datés par les Ammonites dans l'Hérault. La distinction de ces deux étages n'est pas possible à Durfort.

Phylloceras tatricum Pusch.

1837. *Amm. tatricus* Pusch. Polens Palaeont., p. 158, pl. XIII, fig. 11 a, b.

Cette espèce, assez répandue dans les marnes de l'Aalénien inférieur sous forme de moules ferrugineux, se distingue par ses tours hauts et peu épais, par ses six bourrelets transverses visibles surtout sur le dos du dernier tour et par son ombilic

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

très réduit. Pusch figure un exemplaire avec bourrelets partant de l'ombilic et s'accentuant sur le dos, mais Dumortier [9, 4e par., p. 271, pl., LVII, fig. 5, 6] indique avec raison, l'absence fréquente de bourrelets sur les flancs de moules.

Harpoceras aalense Zieten.

Pl. XXVIII, fig. 16.

1830. *Amm. Aalensis* Zieten. Les Pétrif. de Wurtemb., p. 37, pl. XXVIII, fig. 3.
1874. *Amm. Aalensis* Zieten. Dumortier. Dép. Jur. du B. du Rhône, 4e par., p. 250, pl. L, fig. 1-3.

Ce fossile qui caractérise l'Aalénien inférieur est très rare au Saint-Loup ; il abonde, par contre, à Durfort. Exemplaires ferrugineux très variables comme forme et dimensions. Ceux de petite taille (20 mm.) se distinguent des grands par leurs côtes plus saillantes, plus souvent réunies en faisceaux et par leur bord ombilical arrondi et sont conformes à la figure donnée par Zieten. Les échantillons de grande taille (60 mm.) ressemblent aux figures données par Dumortier (côtes larges, moins saillantes, simples vers la fin du tour, bord ombilical excavé).

Harpoceras mactra Dumortier.

Fig. 18 ; pl. XXVIII, fig. 17.

1874. *Amm. mactra* Dumortier. Dép. Jur. du B. du Rhône, 4e par., p. 251, pl. L, fig. 4-5.

Exemplaires de taille assez grande (50-55 mm.) analogues aux échantillons figurés par Dumortier (53 mm.) Tours légèrement convexes, très peu épais, arrondis au bord ombilical ; flancs réunis au dos sous un angle aigu (pas de carène proprement dite). Côtes extrêmement nombreuses très, très fines, un peu hétérogènes, peu accentuées, courbées vers l'avant sur le 1/3 extérieur. Cette espèce, très voisine du *H. opalinum* Reinecke, s'en distingue facilement par le degré de recouvrement des tours (2/5 chez *H. mactra*, 3/5 chez *H. opalinum*) ; d'autre part, les côtes de *H. mactra* n'ont pas la tendance à se grouper en faisceaux. Aalénien inférieur.

Harpoceras costosum (Quenstedt).

Fig. 19 ; pl. XXVIII, fig. 18.

1866. *Amm. opalinus costosus* Quenstedt. Amm. des Schwäb. Jur., B. II, p. 447, pl. 55, fig. 20, 21.

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

1888. *Ludwigia costosa* (Quenstedt) Buckman. A Mon. Inf. Ool., v. I, p. 102, pl. XX, fig. 11, 12.
1935. *Lioceras costosum* Quenstedt. Roman. Faune des Min. de Privas, p. 13.

Quenstedt considérait cette forme comme variété de *H. opalinum* Reinecke, mais il avait bien noté ses affinités avec *H. Murchisonae* Sow. et *H. aalense* Zieten. Les auteurs en ont fait une espèce indépendante en conservant la deuxième partie du nom donné par Quenstedt. Par la section de son dernier tour pas très haut, à flancs subparallèles, convergeant très légèrement vers l'extérieur où ils se réunissent brusquement sur un dos ogival, beaucoup plus large et surbaissé que chez *H. opalinum*, par son ombilic assez large, *H. costosum* s'éloigne de *H. opalinum* et se rapproche de *H. aalense*. Ses côtes espacées, bien en relief (surtout près l'ombilic), nettement coudées ressemblent à celles de *H. Murchisonae*, de *L. rudis* Buckman etc..., mais ce qui caractérise *H. costosum* c'est l'irrégularité de ses côtes distantes, tantôt simples, tantôt bifurquées et leur inflexion très variable sur le même échantillon. Les côtes principales dont le nombre ne dépasse pas 20 commencent au bord de l'ombilic qui est arrondi et forment une saillie haute et étroite sur le premier 1/3 ; les autres côtes de longueur très variable commencent entre le bord ombilical et le 1/3 extérieur du tour ; elles ne touchent que rarement les côtes principales et se placent souvent en arrière de ces dernières (une ou deux). Mes exemplaires de petite taille (25 mm.) ressemblent exactement aux figures données par Quenstedt ; l'auteur remarque (p. 448) une certaine analogie de forme entre ces échantillons de *petite taille* et *H. aalense*. Marnes de l'Aalénien inférieur.

Dumortieria pseudoradiosa Branco.

Fig. 20 ; pl. XXVIII, fig. 19.

1874. *Amm. radiosus* (Seebach). Dumortier. Dép. Jur. du B. du Rhône, 4e par., p. 66, pl. XIV, fig. 2-5.
1879-1884. *Harpoceras pseudoradiosum* Branco. Unt. Dogger, p. 77, pl. II, fig. 1-4.

Dumortieria pseudoradiosa se distingue de *D. radiosa* Seebach [38, p. 142, pl. IX, fig. 2] par sa carène beaucoup plus basse, moins marquée, par ses côtes aussi fines, mais régulières et par la section de son dernier tour moins haute et à flancs subparallèles à mi-bauteur (ils sont régulièrement et fortement convexes sur toute la hauteur chez *D. radiosa*). Les auteurs sont d'accord

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

pour distinguer l'échantillon de Dumortier auquel Branco a donné le nom de *pseudoradiosa*. E. Haug [14, 1885, p. 665] s'y est opposé, mais en 1887 il a reconnu son erreur [15, p. 138 et 141]; il a donné cependant un nouveau nom à l'échantillon figuré par Dumortier : *D. rhodanica*. Il faut reconnaître la variabilité de l'espèce de Branco d'après ses figures qui se distinguent un peu entre elles et ne ressemblent pas strictement aux figures données par Dumortier. Branco le constate lui-même; mais il les rapporte, avec raison, à une seule espèce. L'échantillon de l'Aalénien inférieur de Durfort que je figure ici possède la section peu haute, aplatie sur les côtés de la fig. 2^a de Branco, le lobe siphonal évasé vers l'avant comme sur la fig. 4^c; ses côtes sont presque droites sur les premiers 3/4 de la hauteur du tour comme sur les exemplaires de Dumortier et comme au début du dernier tour des figures de Branco ; leur nombre augmente avec le diamètre, mais l'équidistance reste sensiblement la même comme l'a indiqué E. Haug à propos de *D. rhodanica*. *D. radiosa in* Dumortier provient du Toarcien (Z. à *L. jurense*) ; *D. pseudoradiosa* Branco est de la base de l'Aalénien (Z. à *Trigonia navis*). E. Haug fait commencer l'Aalénien par la z. à *D. pseudoradiosa* [16, p. CLXXV].

Dumortieria Levesquei d'Orbigny.

Fig. 21 ; pl. XXVIII, fig. 20.

1830. *Amm. undulatus* Stahl, Zieten. Pétrif. Wurtemb., p. 13, pl. X, fig. 5.
1842. *Amm. Levesquei* d'Orbigny. Pal. Fr., Terr. Jur., t. I, p. 230, pl. 60, fig. 1-4.
1924. *Dumortieria Levesquei* d'Orbigny. Ernst. Strat. u. Fauna Lias ζ, 2^e par., p. 48 (144), pl. IX, fig. 4-9, pl. X, fig. 13, pl. XIV, fig. 12.

C'est dans ce dernier ouvrage que l'on trouve la description critique et les figures de diverses formes qui doivent être réunies sous le nom de *D. Levesquei* et qui possèdent toutes une ligne de cloisons identique avec 2^e et 3^e lobes latéraux courts, trifurqués et surtout fortement obliques vers l'extérieur et vers l'arrière ; la bande de cloisons s'incurve vers l'arrière du côté de l'ombilic. Ernst estime que les deux formes de d'Orbigny à côtes droites ou faiblement incurvées à la partie externe sont moins fréquentes que la forme à côtes flexueuses comme chez les *Harpoceras* ou presque et dont on trouve une bonne représentation chez Benecke [1, p. 340, pl. XXXIX, fig. 3]. Mes échantillons de petite taille (d. 19 mm. ; h. t. 7 mm. ou 37 °/₀ ; ép. t. 6 mm. ou 32 °/₀) appartiennent également à cette forme. Leurs cloisons

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

sont identiques à celles figurées par Ernst pour la taille correspondante. Les côtes, au nombre d'une trentaine, sont légèrement flexueuses. La hauteur du dernier (?) tour dépasse à peine sa largeur. L'ombilic est relativement petit (il est variable chez l'espèce). Aalénien inférieur.

Dumortieria irregularis STOLLEY *in* ERNST.

Fig. 22 ; pl. XXVIII, fig. 21.

1909. *...neue Art...* E. STOLLEY. Ueber oberen Lias..., p. 302 (*fide* ERNST).
1924. *Dumortieria irregularis* STOLLEY *in coll.* ERNST. Str. u. Fauna Lias ζ, 2e par., p. 65 (161), pl. X, fig. 4-6, pl. XIV, fig. 17.

Cette espèce, assez rare, qui accompagne *D. Levesquei*, possède une ligne de cloisons exactement la même que chez cette dernière. Elle s'en distingue par la section subcirculaire de ses tours et par l'irrégularité ds ses côtes presque droites, espacées et séparées par des intervalles très inégaux et contenant parfois une très faible côte intercalaire. Les côtes s'effacent sur le dos hemicirculaire et muni d'une carène à peine marquée. Voir aussi : Roquefort et Daguin [34, p. 257, pl. XXII, fig. 4].

Dumortieria subundulata BRANCO.

Fig. 23 ; pl. XXVIII, fig. 22 et 23.

1879-1884. *Harpoceras subundulatum* BRANCO. Der unt. Dogger, p. 84, pl. III, fig. 3, 4.

Cette espèce est très polymorphe, surtout en ce qui concerne la densité des côtes et l'épaisseur des tours, ainsi que les dimensions de l'ombilic (de l'avis de l'auteur lui-même). Certaines variétés ont reçu des noms particuliers d'espèces (par Benecke, Buckman etc...), mais il n'est pas toujours facile de ranger une forme de *D. subundulata* dans l'une ou l'autre de ces espèces ou variétés. La fin du dernier tour manque souvent et on ne sait pas si les côtes deviennent denses et fines comme chez la var. *externe comptum*, par exemple. Sur les deux figures de cette variété données par Branco [*l. c.*, pl. III, fig. 4 et 5] les dimensions de l'ombilic et la costulation sont totalement différentes (deux nouvelles espèces chez Benecke). Certains échantillons de Durfort possèdent tous les caractères de la v. *externe costata* BRANCO [*l. c.*, p. 85, pl. III, fig. 3]. L'échantillon figuré ici (pl. XXVIII, fig. 22) est cassé suivant le diamètre et permet d'observer la variation de la section des tours très caractéristique : plus larges que hauts au début, les tours deviennent ensuite aussi larges que

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

hauts et finissent par obtenir une section haute (d. -31 mm. ; h.t. -11,5 mm. ou 0,37 °/₀ ; ép. t. -8,5 mm. ou 0,27 °/₀), à flancs subplans et légèrement convergeant vers le dos qui est arrondi et muni d'une carène à peine saillante. Les sections, même celles des tours internes, sont plus larges vers le bord ombilical correspondant et possèdent une forme en cœur. Les côtes assez saillantes, aiguës, courtes et espacées au début, finissent par devenir plus serrées, plus longues, plus larges et arrondies, très légèrement flexueuses au milieu, mais fortement infléchies vers l'avant au 1/4 extérieur. En général, les côtes ne sont pas absolument régulières, ni radiales surtout vers la fin du dernier tour où elles sont penchées vers l'avant et font un angle avec celles du tour précédent (moins, cependant, que chez *D. Lessbergi* Branco). La ligne des cloisons est également très caractéristique, comme l'a déjà remarqué E. Haug [15, p. 134] : elle est exactement celle de *Dumortieria* sur les tours internes (avec les 2e et 3e lobes latéraux très obliques vers l'extérieur et vers l'arrière, la ligne générale des cloisons étant incurvée ici vers l'ombilic et vers l'arrière), mais elle s'en écarte par la suite et se rapproche de celle des *Harpoceras* [Branco, *l. c.*, pl. III, fig. 3 g]. Les éléments bien découpés.

L'espèce se distingue : de *D. Levesquei* d'Orbigny par la section plus haute, moins large, du dernier tour et par ses cloisons à l'âge adulte ; de *D. Lessbergi* Branco par ses tours beaucoup plus hauts vers la fin et par ses lobes et selles bien plus larges, plus découpés, à bords finement ondulés.

L'échantillon de la fig. 23 de ma planche possède beaucoup de traits de la v. *externe-compta* Branco (pl. III, fig. 4 seulement) : côtes plus serrées, même sur les tours internes, ombilic plus étroit, tours plus hauts (d. -24 mm. ; h. t. -10,0 mm. ou 0,42 °/₀ ; ép. t. -7,5 mm. ou 30 °/₀ ; omb. -8,5 mm. ou 0,36 °/₀), mais il lui manque la faible épaisseur et le dos subanguleux de cette variété. Aalénien inférieur.

Grammoceras fluitans Dumortier.

Fig. 24 ; Pl. XXVIII, fig. 24.

1874. *Amm. fluitans* Dumortier. Dép. Jur. du B. du Rhône, 4e par., p. 253, pl. LI, fig. 7, 8.

Grammoceras fluitans, très répandu dans les marnes de l'Aalénien inférieur de Durfort, est une espèce de passage entre *Gr. toarcense* d'Orbigny et *H. aalense* Zieten. Il se distingue du premier par son ombilic moins large (0,35 contre 0,45 du diam.), par ses tours plus plans, plus hauts, réunis sur un dos moins

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

large, par sa carène plus étroite et saillante, par ses côtes réunies, parfois, par 2-3 près du bord ombilical ; et de la deuxième espèce par son ombilic plus large (0,35 contre 0,30), par ses tours plus épais, à dos plus large, par ses côtes jamais réunies en faisceaux et beaucoup plus saillantes. Mes échantillons sont très variables quant à leur taille. Un grand exemplaire incomplet (fig. 24) offrant les mesures suivantes : d. -65 mm., h. t. -40 °/₀, ép. t. -22 °/₀, omb. -35 °/₀ avec recouvrement des tours < 50 °/₀ et l'ornementation rugueuse correspond bien aux échantillons de Dumortier. Un autre, plus jeune (d. -32 mm.), montre exactement la même ornementation avec côtes assez régulières, très saillantes, rarement réunies par deux ; son ombilic mesure 33 °/₀, mais les tours sont plus hauts (45 °/₀) et plus épais (28 °/₀) que chez les formes adultes.

BIBLIOGRAPHIE

1. E. Benecke. — Die Versteinerungen der Eisenformation von Deutch-Lothringen und Luxemburg. *Abh. Geol. Specialk. v. Els.-Lothr.*, N^e F^e, VI, 598 p., 59 pl. Strassburg, 1905.
2. Bergeron, Nicklès, Roman, Torcapel. — Le Vigan. *Carte Géol. dét.*, n° 221. Paris, 1905.
3. W. Branco. — Der untere Dogger Deutsch-Lothringens. *Abh. Geol. Specialk. v. Els.-Lothr.*, B. II, H. I, p. 1-160 ; Atlas : 10 pl. Strassburg, 1884 et 1879.
4. P. de Brun et P. Marcelin. — Étude stratigraphique des Petits Causses des environs de Florac (Lozère). *Bull. Soc. H. N. Toulouse*, t. LXVI, p. 377-491, pl. I-IV. Toulouse, 1934.
5. Buckman. — A Monograph of the « Inferior Oolite Series », v. I, 456 p., 103 pl. (*Palaeontogr. Soc.*). London, 1887-1894.
6. C. Dechaseaux. — Principales espèces de Liogryphées liasiques. *B. S.G.F.*, 5^e s., t. IV, p. 201-212. Paris, 1934.
7. C. Dechaseaux. — Pectinidés jurassiques de l'Est du Bassin de Paris, Thèse (*Ann. de Paléon.*, t. XXV), 148 p., 10 pl. Paris, 1936.
8. E. Dumas. — Statistique géologique, minéralogique, métallurgique et paléontologique du département du Gard. 2^e part., 735 p., 9 pl. ; 3^e part., 518 p. Paris, 1876 et 1877.
9. E. Dumortier. — Études paléontologiques sur les Dépôts Jurassiques du Bassin du Rhône. 2^e part., 252 p., 50 pl. ; 3^e part., 348 p., 45 pl. ; 4^e part., 335 p., 62 pl. Paris, 1867-1869-1874.
10. W. Ernst. — Zur Stratigraphie und Fauna des Lias ζ in nordwestlichen Deutschland, 2^e part. *Palaeontogr.*, LXVI, p. 1-126, pl. I-VIII, Stuttgart, 1924-1925.
11. A. Fucini. — Brevi notizis. Ammoniti del Lias medio dell'Appennino *Atti d. Soc. tosc. d. Sc. Nat.*, Proc. verb., v. XII, Pisa, 1900.
12. A. Fucini. — Ammoniti del Lias medio dell'Appennino centrale existente nel Museo di Pisa. *Palaeon. It.*, V, p. 145-185, pl. XIX-XXIV ; VI, p. 17-78, pl. VII-XIII. Pisa, 1900 et 1901.

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

13. A. Goldfuss. — Petrefacta Germaniae. 2e par., 312 p.; 3e par., 128 p.; atlas gén., 199 pl. Düsseldorf. II : 1834-1840; III : 1841-1844.
14. E. Haug. — Beiträge zur einer Monographie der Ammonitengattung Harpoceras. *N. Jahrb. f. Min.*, Beil.-B. III, p. 585-722, pl. XI-XII. Stuttgart, 1885.
15. E. Haug. — Ueber die « Polymorphidae », eine neue Ammonitenfamilie aus dem Lias. *N. Jahrb. f. Min.*, B. II, p. 89-163, pl. IV-V. Stuttgart, 1887.
16. E. Haug. — Sur l'étage aalénien. *C.R. Som. S. Géol. Fr.*, 3e s., t. XX, p. clxxiv-clxxvi. Paris, 1892.
17. W. Janensch. — Die Jurensisschichten des Elsass. *Abh. z. Geol. Specialk v. Elsass-Lothr.*, Ne Fe V, 151 p., 12 pl., Strassburg, 1902.
18. A. Jeanjean. — Étude sur les terrains Jurassiques des Basses-Cévennes. 1re par. Terrains du Lias. *Mém. Ac. Nîmes, 1880*, 36 p., 3 pl., Nîmes, 1881.
19. A. Jeanjean. — Une excursion géologique à Durfort (Gard). *Bull. Soc. Et. Sc. Nat. Nîmes. 1891*. 14 p. Nîmes, 1892.
20. M. Lissajous (ouv. posth. publ. par F. Roman). — Répertoire alphabétique des Bélemnites jurassiques précédé d'un essai de classification. *Tr. Lab. Géol. Fac. Sc. Lyon*, fasc. VIII, mém. 7, 173 p. Lyon, 1925.
21. P. de Loriol. — Crinoïdes. *Pal. Fr.*, 1re s., Terr. Jur., t. XI, 2e par., 580 p., pl. 122-229. Paris, 1886-1889.
22. J. Miller. — A natural History of the Crinoidea. 150 p. avec pl. Bristol, 1821.
23. J. Monestier. — Ammonites rares ou peu connues et Ammonites nouvelles du Toarcien supérieur du Sud-Est de l'Aveyron. *Mém. Soc. Géol. Fr., Paléont.*, t. XXIII, fasc. 2, 44 p., 4 pl. Paris, 1921.
24. L. Negri. — Revisione delle Ammoniti liassiche della Lombardia occidentale. Par. I. *Palaeont. It.*, XXXIV, 1933, p. 85-135, pl. IX-XII. Siena, 1934.
25. A. Oppel. — Der mittlere Lias Schwabens. 92 p., 4 pl. Stuttgart, 1853.
26. A. Oppel. — Die Juraformation Englands, Frankreichs und des südwestlichen Deutchlands. 857 p., 1 car., 1 tab. Stuttgart, 1856-1858.
27. A. d'Orbigny. — Description des Mollusques et Rayonnés fossiles. *Pal. Fr.* Terr. Jur., t. I. Céphalopodes, 642 p., 234 pl.; t. II. Gastéropodes, 621 p., pl. 235-431. Paris, 1842-1849 et 1850-1860.
28. A. d'Orbigny. — Paléontologie Universelle des Coquilles et des Mollusques. 392 p.; atl. incompl. Paris, 1845.
29. A. d'Orbigny. — Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle des Animaux mollusques et rayonnés, v. I, 394 p. Paris, 1850.
30. G. Pusch. — Polens Paleontologie. 218 p., 16 pl. Stuttgart, 1837.
31. F. Quenstedt. — Die Ammoniten der Schwäbichen Jura. II. Der Braune Jura ; p. 441-815, pl. 55-90. Stuttgart, 1886-1887.
32. F. Roman. — La faune des Minerais de Fer des environs de Privas. *Tr. Lab. Géol. Fasc. Sc. Lyon*, fasc. XXVII, mém. 23, 52 p., 8 pl. Lyon, 1935.

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

33. F. Roman et M. Gennevaux. — Étude sur les Terrains Jurassiques de la région du pic Saint-Loup (Hérault), 1er fasc. Jurassique inf. et moyen (Lias, Aalénien, Bajocien, Bathonien). *B. Soc. Lang. de Géol.*, XXXV, 120 p., 8 pl. Montpellier, 1912.
34. C. Roquefort et F. Daguin. — Le Lias moyen et supérieur du versant sud du Causse du Larzac. Étude d'une faune de l'Aalénien inférieur. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e s., t. XXIX, 1929, p. 251-262, pl. XXII-XXIII. Paris, 1930.
35. de Saporta. — Plantes Jurassiques. *Pal. Fr.*, I, 2e s. Végétaux, 506 p., 70 pl. Paris, 1873.
36. von Schlotheim. — Beiträge zur Naturgeschichte der Versteinerungen in geognostischer Hinsicht *in* C. Leonhard. *Taschenbuch für die gesammte Mineralogie*, 1er Abh., p. 3-134, pl. 1-4, Frankufrt-a-Main, 1813.
37. von Schlottheim. — Die Petrefactenkunde auf ihrem jetzigen Standpunkte. 437 p., pl. XV-XXIX. Gotha, 1820.
38. K. von Seebach. — Der Hannoversche Jura. 158 p., 10 pl., 1 car. Berlin, 1864.
39. M. de Serres. — Description de quelques Mollusques fossiles nouveaux des terrains infrajurassiques et de la craie compacte inférieure du midi de la France. *Ann. Sc. Nat.*, 2e s., t. XIV. Zoologie. p. 5-25, pl. 1, 2. Paris, 1840.
40. J. Sowerby. — The Mineral Conchologie of Great Britain, v. VI, 230 p., pl. 504-609. London, 1828.
41. E. Stolley. — Ueber den oberen Lias und den unteren Dogger Norddeutschlands. *N. Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal.* XXVIIIe Beil.-B., p. 286-334. Stuttgart, 1909.
42. R. Tate et J. Blake. — The Yorkshire Lias. 475 p., 19 pl. London, 1876.
43. Thiollière. — *In* Réunion extraordinaire à Nevers (Nièvre). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 2e s., t. XV, p. 665-794. Paris. 1858.
44. W. Wunstorf. — Die Fauna der Schichten mit Harpoceras dispansum Lyc. vom Gallberg bei Salzgitter. *Jahrb. d. K. Preuss. Geol. Landsanst. u. Bergak.* 1904, XXV, H. 3, p. 488-525, pl. 17-20. Berlin, 1905.
45. C. Zieten. — Les Pétrifications de Wurtemberg. 1re liv., 102 p., 72 pl., Stoutgart, 1830.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XXVIII

Tous les fossiles sont représentés en grandeur naturelle.

1. *Pentacrinus tuberculatus* Miller
2. *Æquipecten acutiradiatus* Münster
3. *Tropidoceras Stahli* Oppel
4. *Grammoceras celebratum* Fucini
5-6. *Belemnites penicillatus* Sowerby
7. *Phylloceras durfortense* nov. sp.
8. *Lytoceras Germaini* d'Orbigny
9. *Polyplectus bicarinatus* Münster *in* Zieten
10. *Pseudolioceras Authelini* Monestier
11-12. *Pseudogrammoceras Reynesi* Monestier
13. *Hildoceras Gaudryi* Monestier
14. *Harpoceras dispansiforme* Wunstorf
15. *Inoceramus cinctus* Goldfuss
16. *Harpoceras aalense* Zieten
17. *Harpoceras mactra* Dumortier
18. *Harpoceras costosum* (Quenstedt)
19. *Dumortieria pseudoradiosa* Branco
20. *D. Levesquei* d'Orbigny
21. *D. irregularis* Stolley *in* Ernst
22-23. *D. subundulata* Branco
24. *Grammoceras fluitans* Dumortier

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

Couches saumâtres et calcaires a alvéolines dans le Turonien supérieur de Sainte-Anne d'Évenos (Var).

par **H. Parent** [1].

Planche XXIX.

On observe au Val d'Aren, près de Toulon, des couches qui établissent le passage des grès et sables blancs du Turonien moyen aux calcaires angoumiens; des assises saumâtres sont intercalées entre les sables marins qui sont ravinés et les calcaires à Hippurites ; au milieu et à la partie supérieure des couches saumâtres, des masses de calcaire rouge ou rosé contiennent en abondance des Alvéolines.

Le gisement en question est situé au N des gorges d'Ollioules, un peu avant Sainte-Anne-d'Évenos ; en pénétrant dans le Val d'Aren une carrière qui était exploitée en 1935 et actuellemnent abandonnée, montre au-dessus des sables blancs une succession de lits argilo-sableux et charbonneux de diverses couleurs avec des intercalations lenticulaires de calcaires marneux gris et de calcaires à grain fin de couleur rose, fossilifères.

Les sables blancs, inclinés assez fortement vers le NW et bien stratifiés dans la carrière étudiée, ont leurs couches coupées en biseau par une surface de ravinement et entamées par des poches profondes.

On peut relever de bas en haut (voir la coupe ci-jointe) :

1. Sables blancs, mêlés de graviers à leur partie supérieure.

2. Argile sableuse jaune, avec petits lits de sable roux, séparée de 1 par une importante surface de ravinement.

3. Argile rouge, contenant des nodules de calcaire rose, à grain fin.

Avec ces nodules, de petite taille, apparaissent de place en place des masses calcaires plus importantes, rondes ou ovales, également de couleur rose et à patine rouge, contenant de nombreuses Alvéolines.

La roche est morcelée, à fragments cimentés par de l'argile, du sable, et semble avoir été fracturée et concassée bien après

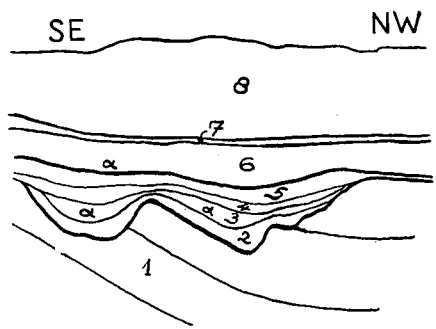
1. Note présentée à la séance du 20 décembre 1937.

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

son dépôt. Des cristaux de gypse, réunis en petits amas, remplissent certaines cavités tapissées d'argile.

La surface de ces masses n'est pas lisse comme celle des nodules, mais au contraire irrégulière, ornée de petites cavités et de menues saillies, à arêtes vives. Avant d'être englobés dans l'argile, il semble que ces blocs ont été exposés à l'air et que leur surface a été altérée par les agents atmosphériques.

A l'époque où la carrière était en exploitation, le front de taille, situé en avant de celui que l'on voit actuellement, entamait les couches saumâtres sur une épaisseur plus grande (ce qui semble indiquer la disparition de cette formation vers le Sud) ; elles descendaient plus profondément (de quelques mètres) dans



Coupe de la partie supérieure de la carrière de Sainte-Anne-d'Évenos.

1 : Sables blancs du Val d'Aren ; 2 : Argile jaune ; 3 : Argile rouge noduleuse fossilifère et calcaires à Alvéolines ; 4 : Argile noire charbonneuse ; 5 : Marnes et calcaires marneux gris ; 6 : Calcaire jaune-rosé à Hippurites ; 7 : Argile grise feuilletée ; 8 : Calcaire gris-rosé à Hippurites ; a : Calcaires à Alvéolines.

les sables blancs. Les boules calcaires étaient abondantes et formaient un alignement à peu près continu au sein du lit argileux rouge ; certaines d'entre elles atteignaient trente à quarante centimètres de diamètre.

4. Argile noire, charbonneuse, avec débris végétaux et graviers de quartz.

5. Marnes et calcaires marneux gris, épais d'un mètre en moyenne ; les calcaires sont en nodules et en boules.

Ces quatre lits argilo-sableux et argilo-marneux ont environ 5 mètres d'épaisseur ; ils sont suivis d'une nouvelle *surface de ravinement* ; dans la direction NW les couches 2 à 5 sont coupées en biseau et disparaissent ; les calcaires à Hippurites reposent alors directement sur les sables blancs.

6. Calcaire jaune-rosé à Hippurites, rognonneux et d'aspect concrétionné à la base, reposant sur une couche d'argile brune

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

qui empâte le calcaire et pénètre dans les anfractuosités et fissures de la roche. L'épaisseur de ce banc calcaire est en moyenne de trois mètres. On trouve dans l'argile brune de base des masses irrégulières de Calcaires à Alvéolines, en tout semblables à celles de la couche 3.

7. Argile grise feuilletée, de peu d'épaisseur, séparant les Calcaires à Hippurites en deux assises ; son épaisseur augmente vers le SE.

8. Calcaire gris-rosé ou beige clair, devenant peu à peu grisâtre, à Hippurites. Ce calcaire, visible sur une épaisseur d'environ 8 mètres, est compact et d'une grande dureté ; il est exploité comme marbre un peu plus au nord dans la vallée de Cimay.

Les fossiles sont rares dans la formation argilo-sableuse de Sainte-Anne-d'Évenos ; seuls les calcaires noduleux rosés de la couche 3 contiennent quelques formes peu déterminables, mais qui suffisent à affirmer l'existence d'une faune *saumâtre* dans les assises qui supportent le calcaire à Hippurites : un petit *Cylindrites*, un moule interne d'une coquille naticiforme à spire courte et ouverture ample, paraissant se rapporter à *Ampullina* plutôt qu'à *Natica,* une *Cyrène*, subtrigone, et deux petites *Corbicules* à surface ornée de sillons concentriques, sont les seuls organismes recueillis dans les couches saumâtres.

Les Alvéolines, au contraire, sont très abondantes dans les gros blocs calcaires (couche 3 et argile de base de la couche 6).

A l'encontre du premier ravinement, très prononcé au-dessus des Sables blancs, la deuxième surface de ravinement, séparant l'ensemble argilo-sableux saumâtre du calcaire à Hippurites, est à peine sinueuse, mais recoupe les différents lits supérieurs ; elle indique une *transgression marine* qui est marquée par la présence des Hippurites.

On sait que les intercalations de couches à faune saumâtre dans les séries marines sont fréquentes dans le Crétacé du SE de la France : gisements cénomaniens du Gard, du Vaucluse ; en Basse-Provence, formations saumâtres de Turben, du Revest, de Tourris, du Cénomanien inférieur du Var, décrites par M. J. Repelin (1), au-dessus desquelles M^lle^ J. Pfender a fait connaître l'existence et la position d'Alvéolines cénomaniennes (2).

On ne connaissait pas jusqu'ici de formations lagunaires ou fluviales dans le Turonien du bassin du Beausset.

Au delà des limites de ce bassin, dans le Turonien supérieur de la chaîne de la Nerthe (gisements de la Mède et de la Charbonnière, situés sur les bords de l'étang de Berre), Vasseur (3)

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

a décrit un faciès saumâtre (que l'on retrouve également dans le massif d'Allauch), qui a de grandes affinités avec celui de Sainte-Anne-d'Évenos; il est composé comme lui, sur une épaisseur beaucoup plus importante, de dépôts argilo-gréseux, de couches argilo-sableuses grossières de différentes couleurs, avec cristaux de gypse, plantes, débris charbonneux, grès argilo-calcaires à nombreux Mollusques marins et saumâtres. Cet ensemble repose sur les calcaires angoumiens de base, à *Biradiolites cornupastoris*, *Radiolites Sauvagesi*, et appartient à l'Angoumien *supérieur*, d'après sa position au-dessus de ces Rudistes et la présence de la *Trigonia scabra*, des grès d'Uchaux, à la partie inférieure du gisement saumâtre de la Mède (3).

Quelle est la place exacte des couches saumâtres de Sainte-Anne d'Évenos dans le Turonien ?

Les calcaires à Hippurites qui les surmontent contiennent de nombreuses formes déterminables, qu'il est difficile d'extraire de la roche encaissante, en raison de sa dureté.

On peut reconnaître :

Hippurites (*Vaccinites*) *petrocoriensis* Douv.
» » *protis* Math.
» » du groupe de *V. giganteus* d'Homb.
Radiolites mamillaris d'Orb.
(absence d'*Orbignya socialis* Douv.).

Les *Vaccinites* ci-dessus, caractéristiques de l'Angoumien supérieur (4), avec une espèce (*V. giganteus* ?) du Coniacien, se retrouvent dans le Calcaire de la Barre des Aiguilles du vallon de Cimay, situé un peu à l'E de Sainte-Anne-d'Évenos, qui représente également, d'après É. Haug (5), le Turonien supérieur et la base du Coniacien.

J'ai relevé en direction d'Ollioules les assises qui supportent l'ensemble étudié, à partir du Cénomanien. Celui-ci, à l'état de calcaire à silex, contient de ce côté : *Alectryonia carinata* Lamk., *Turrilites costatus* Lmk. et, à l'autre extrémité du Val d'Aren (d'après Marcel Bertrand) (6), *Cidaris Sorigneti* d'Orb., du Cénomanien supérieur. Au-dessus, un affleurement marno-calcaire de couleur grise, de quelques mètres d'épaisseur, isolé dans une dépression cultivée, indique le Ligérien par la présence du *Periaster Verneuili* Des. Enfin, les sables blancs du Val d'Aren m'ont procuré, à quelques mètres de leur sommet, dans un amas de grès grossier très dur, un radiole de *Cidaris hirudo* Sorign., à ornements usés, remanié du Ligérien.

D'après ces indications, les grès et sables du Val d'Aren et de Sainte-Anne-d'Évenos semblent appartenir à l'Angoumien

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

plutôt qu'au Ligérien ; le faciès saumâtre de Sainte-Anne-d'Evenos serait d'âge Angoumien supérieur et synchronique des couches saumâtres des massifs de la Nerthe et d'Allauch ; les calcaires à Hippurites, qui suivent, établiraient le passage de l'Angoumien au Coniacien.

Doit-on considérer les roches à Alvéolines comme des amas calcaires formés au sein des couches argileuses ?

Représentent-elles un sédiment en place ? On serait tenté à première vue d'accueillir favorablement cette interprétation, mais les Alvéolines que cette roche renferme en abondance sont toutes, d'après les déterminations qu'on trouvera plus loin, des formes cénomaniennes.

Dans ces conditions il faut admettre que nous ne sommes pas en présence d'un sédiment autochtone, que ces masses sont remaniées. Leur volume et surtout la présence dans le Turonien supérieur de matériaux empruntés aux calcaires cénomaniens, séparés des couches saumâtres par le Ligérien et la puissante formation arénacée du Val d'Aren, rendent cette interprétation assez énigmatique.

OUVRAGES CITÉS

1. J. Repelin. Description des faunes et des gisements du Cénomanien saumâtre ou d'eau douce du Midi de la France. *Ann. Musée d'Hist. Nat. de Marseille*, t. VII, 1902.

2. J. Pfender. Les gisements de Cénomanien à Alvéolines en Basse-Provence. *Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 5e série, t. IV, 1934, p. 461-492, pl. XXIV.

3. G. Vasseur. Compte rendu d'excursions géologiques aux Martigues et à l'Estaque (Bouches-du-Rhône). *Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 3e série, t. XXII, 1894, p. 413-444, pl. XIV.

4. A. Antonini. Essai de revision des Hippurites de la Provence. *Ann. de la Fac. des Sc. de Marseille*, t. VI, 1933, p. 43-98, pl. I à 8.

5. É. Haug. Les nappes de charriage de la Basse-Provence : 1re partie : la région toulonnaise. *Mém. Carte géol. de Fr.*, 1925, p. 108.

6. M. Bertrand. Réunion extraordinaire de la Société géologique de France en Provence. *Bull. Soc. géol. de Fr.*, 3e série, t. XIX, p. 1051-1162, 1891.

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

J. Pfender. — Observations sur le calcaire a Alvéolines récolté par M. H. Parent.

Le calcaire à Alvéolines recueilli par M. Parent (pl. XXIX, fig. 1) est identique à celui qui fut découvert en 1935 par G. Denizot, lors de l'Excursion interuniversitaire en Basse-Provence. Des blocs éboulés en ont d'abord été trouvés, dans la carrière que M. Parent décrit ici, et qui ne pouvaient provenir que de la partie située au-dessus des sables turoniens. Un échantillon qu'a bien voulu me communiquer M. l'abbé de Lapparent [1], est absolument semblable à ceux que j'ai reçus de M. Parent.

Dès l'examen à la loupe on reconnaît dans ce calcaire une forme qui n'apparaît qu'au Cénomanien supérieur en Provence : *Ovalveolina ovum* (d'Orb.) Reichel ; avec elle, et de plus grande dimension, comme l'avait déterminée M. Parent lui-même : *Prælveolina cretacea* type (d'Archiac) Reichel et *Prælveolina* aff. *tenuis* [2], que l'on trouve dans les calcaires à *Ichthyosarcolithes* du Cénomanien de la Penne-sur-Huveaune, près de Marseille, en compagnie aussi de *Choffatella*.

En lames minces on observe la présence de *Planispirina* et de *Cuneolina*, formes habituelles également aux calcaires du Crétacé supérieur de Provence, et *Pseudolithothamnium album* Pf. [3] qui est connu dans tous les faciès à *Archeolithothamnium* de la région.

Si les calcaires à Alvéolines, comme on sait, abondent au Cénomanien dans toute la bordure nord du bassin du Beausset, ces Foraminifères n'ont été jusqu'ici rencontrés qu'en un point dans les calcaires blancs attribués par É. Haug à l'Angoumien, à la Penne-sur-Huveaune ; leurs formes, sauf *Prælveolina iberica pennensis* Rl., ne diffèrent d'ailleurs pas de celles du Cénomanien supérieur.

Mais, dans la région d'Ollioules, le Cénomanien est en continuité lithologique avec l'Aptien, tous deux à silex ou à Orbitolines ; la découverte d'un Turonien saumâtre surmonté par un calcaire noduleux à Alvéolines, pouvait donc faire supposer

1. Une coupe mince prélevée dans cet échantillon montre les Alvéolines broyées, étirées, voire « faillées », pour la plupart, mais non roulées.

2. M. Reichel. *Études sur les Alvéolines*, *Mém. Soc. paléont. Suisse*, vol. LVII et LIX, 1936-37.

3. J. Pfender. Sur un organisme constructeur des calcaires crétacés et nummulitiques : *Pseudolithothamnium album*. *Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 5e série, t. VI, 1936, v. p. 307.

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

qu'ici le même cycle sédimentaire s'était produit qu'au Cénomanien, mais avec un *retard* qui le placerait alors au Turonien ; les Alvéolines s'y trouveraient encore liées à un faciès de transgression, précédant l'installation des récifs à Hippurites.

Cependant pour M. Reichel, qui a examiné aussi le calcaire à Alvéolines turonien du Val d'Aren, il semble douteux qu'il s'agisse d'un sédiment bien en place ; il ne peut regarder comme autochtone une roche pareillement morcelée et dont les fragments sont cimentés par du sable. Il lui trouve la plus grande ressemblance, au point de vue de la faune, avec les calcaires du Cénomanien supérieur qui forment la base des collines de la Penne et celle des Calcaires blancs du sommet de la coupe du Pas d'Ouillier. En outre, il y a reconnu, en lames minces, des fragments de test de Caprinidés.

Pour être certain de pouvoir attribuer à *Prælveolina cretacea* une plus grande longévité qui lui permettrait de subsister au Turonien (ce qui n'aurait rien d'extraordinaire puisqu'on connaît une *Subalveolina* Rl. dans le Campanien de la Dordogne, formant passage aux Alvéolines de l'Éocène), M. Reichel voudrait qu'on la trouvât associée à des Hippurites.

Mais généralement ces organismes ne semblent pas avoir eu ensemble leur *optimum* d'existence, comme c'est aussi le cas par exemple à l'Urgonien, pour les Orbitolines et les Rudistes. Lorsqu'ils sont en masse, ils caractérisent le plus souvent des niveaux distincts.

Le problème se pose donc ici d'une roche cénomanienne, d'ailleurs visiblement concassée, dont les organismes *non roulés* sont souvent en parfait état de conservation, incluse dans un niveau incontestable du Turonien supérieur.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XXIX.

1. Échantillon du calcaire du Val d'Aren montrant l'abondance des Alvéolines et l'allure bréchoïde de la roche. × 2.
2. *Ovalveolina ovum* (d'Orb.) Rl. × 30.
3. *Prælveolina cretacea*, forme A, à loge initiale presque sphérique, de 0,5 mm. de diamètre. × 30.
4. *Prælveolina cretacea* aff. *tenuis* Rl. × 20. Le plus grand individu atteint 8 mm. de long.

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

NOTE SUR LE GENRE D'AMMONITES : *HAPLOPLEUROCERAS*

PAR LE COLONEL **Ch. Gérard** [1].

PLANCHES XXX et XXXI.

Le genre *Haplopleuroceras* (de ἁπλόος simple, πλευρά côte, κέρας corne) a été créé par S.S. Buckman en 1892 (4, p. 299). Il a été placé par cet auteur dans la famille des *Amaltheidae*, sous-famille des *Sonnininae*. Cette sous-famille comprend comme autres genres : *Zurcheria* H. DOUVILLÉ, *Dorsetensia* BUCKMAN, *Sonninia* BAYLE et *Witchellia* BUCKMAN, les trois derniers, ainsi que *Haplopleuroceras*, descendant de *Zurcheria* (4, p. 291) créé par H. Douvillé en 1885 (6, p. 36).

Diagnose du genre *Haplopleuroceras*.

Coquille discoïdale, comprimée, costulée et carénée. Côtes simples, droites ou légèrement courbes sur les flancs, se tournant brusquement vers l'avant en arrivant à la partie ventrale et se terminant au bord d'un sillon très prononcé longeant la carène, laquelle est proéminente et bien détachée, non crénelée.

Ces côtes peuvent présenter ou non une ou deux rangées d'épines (ou de tubercules), la première aux environs de l'ombilic, la deuxième au bord de la partie ventrale, au commencement de l'inflexion brusque des côtes vers l'avant.

Ombilic large, flancs généralement plats, ainsi que la partie ventrale. Section rectangulaire ou carrée.

Génotype : *Haplopleuroceras subspinatum* BUCKMAN.

Le genre *Haplopleuroceras* est voisin du genre *Zurcheria*, dont il descend, d'après Buckman, ainsi qu'il a été dit plus haut. Il s'en distingue aux caractères suivants : *Zurcheria* est souvent sans carène, et dans ce cas les côtes passent sur la partie ventrale sans interruption. Quelquefois il existe une très légère carène, mais elle n'est jamais bordée de sillons. Il n'y a pas sur les côtes de véritables épines, mais seulement des tubercules peu apparents.

Les représentants du genre *Haplopleuroceras* sont très rares en Angleterre et aucun n'y avait jamais été signalé avant S.

1. Note présentée à la séance du 20 décembre 1937.

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

Buckman qui a distingué dans le genre deux espèces seulement : *H. subspinatum* et *H. mundum*

Buckman avait rangé primitivement ces deux espèces dans le genre *Amaltheus* MONTFORT (1, p. 606 ; 2, p. 4 ; 4, p. 300) ; il les plaça plus tard dans le genre *Pleuroceras* (3, p. 656 et 657 ; 4, p. 300) que Hyatt avait créé en 1868 pour le groupe de *Am. spinatus* BRUGUIÈRE (HYATT : The fossil Cephalopoda of the Museum of Comparative Geologie) duquel, en effet, *Am. subspinatus* et *Am. mundum* se rapprochent beaucoup. Or, Haug fit remarquer en 1890 [1] que le nom de *Pleuroceras* était employé depuis 1849 pour un genre de Gastéropodes et qu'il devait en conséquence être supprimé pour les Ammonites qu'on lui rapportait. C'est alors que Buckman adopta le nom de *Haplopleuroceras* pour les deux espèces *Am. subspinatus* et *Am. mundum*. Rappelons qu'il créa en 1898 le genre *Paltopleuroceras* pour le groupe des *Am. spinatus*.

En France, le genre *Haplopleuroceras* n'a été indiqué que dans la zone méditerranéenne.

Haug (9, p. 61 et 63) signale *Amaltheus subspinatus* comme assez commun dans les schistes gris de la zone à *Harp. concavum* des environs de Digne. Cette Ammonite se rencontre, dit-il, soit en grands exemplaires calcaires comprimés, soit en petits moules bien conservés.

Roman et Gennevaux (11, p. 78) indiquent que deux échantillons incomplets de *Hapl. subspinatum* ont été recueillis au Pic Saint-Loup (Hérault) dans la zone à *Ludwigella concava*. Il est probable que l'échantillon figuré pl. III, fig. 1, rentre dans la nouvelle espèce *Haplopleuroceras crassum* décrite plus loin.

En Espagne, le genre est beaucoup plus commun.

M. P. Fallot signale qu'à Majorque (7, p. 57, 60 et 69) *Hapl. subspinatum* et *Hapl. mundum* sont très abondants dans les deux écailles supérieures de la Cordillère. Dans la zone subbétique, *Hapl. subspinatum* est indiqué aussi par M. Fallot (8, p. 47) dans la Sierra de Pedro Ponce, province de Murcie, où il est associé à une faune voisine de celle du Lac de Garde. Le genre n'est pas connu plus à l'Ouest que la transversale de la Sierra Nevada.

Au Maroc, de nombreux échantillons du genre *Haplopleuroceras* ont été recueillis dans l'Aalénien tout à fait supérieur et le Bajocien inférieur (zones à *Ludwigella concava* et *Sonninia Sowerbyi*), dans les gisements suivants : Bou-Tmine, Tratt,

1. Annuaire général universel, t. VI, p. 835.

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

Hamraoua, Dar-en-Nhsour, Tselfat, Dj. Marzimine, Krendegg, par MM. Bruderer, Gubler, Lévy, G. Choubert.

J'ai pu en examiner un grand nombre qui se trouvaient parmi les fossiles du Maroc envoyés pour détermination à l'Institut de Géologie de Nancy à M. Fallot son Directeur, qui m'en a confié l'étude. Je le remercie bien vivement des nombreux renseignements qu'il m'a donnés pour la rédaction de ce travail.

J'ai distingué parmi les nombreux échantillons étudiés, de toutes tailles et de faciès bien différents, dont les jeunes souvent admirablement conservés (en particulier ceux, silicifiés, de Hamraoua), cinq espèces très distinctes, dont les deux créées par Buckman et trois nouvelles.

DESCRIPTION DES ESPÈCES

Haplopleuroceras subspinatum Buckman (pro parte).

Pl. XXX, fig. 1, 2, 2 a, 3, 4, 4 a, 5 a.

S. Buckman (**4**, p. 300, pl. 51, fig. 1. 2, 3, 6, 7, 8, 9, non fig. 4, 5; non pl. 49, fig. 5, 6).
S. Buckman (**1**, p. 606, *Amaltheus subspinatus*).
S. Buckman (**2**, p. 4, pl. II, fig. 1, *Amaltheus subspinatus*).
S. Buckman (**3**, p. 655 et 657, pl. 22, fig. 3, *Pleuroceras subspinatum*).

Description. — Coquille discoïdale, comprimée, carénée, largement ombiliquée.

Jusqu'au diamètre de 10 mm. environ (fig. 5) la coquille est ornée de côtes droites, simples, aiguës, espacées, munies chacune à leur extrémité d'une épine pointue et allongée. La carène est déjà proéminente et les sillons qui l'accompagnent sont indiqués.

Au fur et à mesure que la coquille s'accroît, les épines des extrémités des côtes s'atténuent et une rangée de pointes apparaît vers le 1/3 inférieur de la largeur des flancs (fig. 3).

A un âge plus avancé, à partir de 60 mm. (fig. 1 et 2) la coquille, très évolute, est munie de côtes à peu près droites, aiguës, saillantes et espacées. La rangée des épines périombilicales a disparu sur de nombreux échantillons et celles de l'extrémité des côtes se réduisent à de simples pointes peu proéminentes à partir desquelles ces côtes, droites depuis l'ombilic, se tournent brusquement vers l'avant sur la partie ventrale pour venir se terminer au bord du canal longeant la carène. Ce canal est large et peu profond.

Flancs plats, ainsi que la partie ventrale, section rectangulaire, un peu plus haute qu'épaisse : $\frac{\text{hauteur}}{\text{épaisseur}} = \frac{4}{3}$.

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

Buckman qui ne possédait, comme il le dit, qu'un nombre restreint d'échantillons, a classé dans cette espèce des formes que j'ai pu en séparer. C'est ainsi que les figures 4 et 5 de sa planche 51 se rapportent à *H. crassum* nov. sp. qui sera décrite plus loin.

De même les formes représentées par les figures 4 et 6 de la planche 49 de Buckman n'appartiennent certainement pas au genre *Haplopleuroceras*; ce sont probablement des jeunes *Zurcheria* ou *Sonninia*.

Provenance : Tratt (fig. 1 et 2), Hamraoua (fig. 3, 4, 5), Bou-Tmine.

Haplopleuroceras mundum Buckman.

Pl. XXX, fig. 6, 7, 7 a, 8 a, 9.

Buckman (4, p. 302, pl. 51, fig. 11 et 12).

Description. — Cette espèce, qui a les côtes simples, aiguës et saillantes comme *H. subspinatum*, s'en distingue par les caractères suivants : 1° Il n'y a jamais de pointes périombilicales. 2° Même dans le très jeune âge, les côtes ne présentent pas d'épines allongées à leur partie ventrale, mais seulement de légers épaississements au moment où elles se retournent brusquement vers l'avant. 3° Les côtes sont beaucoup plus nombreuses (1 fois 1/2 env.) et plus serrées. 4° La coquille est moins épaisse : $\frac{\text{hauteur}}{\text{épaisseur}} = \frac{3}{2}$. 5° Les sillons ventraux sont moins larges et plus profonds.

Provenance : Tratt (fig. 6 et 7), Dar-en-Nhsour (fig. 8 et 9), Tselfat.

Haplopleuroceras crassum nov. sp. Ch. Gérard.

Pl. XXXI, fig. 1, 2, 2 a, 3. 3 a, 4, 5.

Buckman (4, pl. 51, fig. 4, 5, *H. subspinatum*).
Roman (11, pl. 3, fig. 1 a, 1 b, *H. subspinatum*).

Description. — Coquille discoïdale, comprimée, carénée, largement ombiliquée.

Jusqu'au diamètre de 10 mm. environ (fig. 5), la coquille est ornée de côtes simples, épaisses, peu saillantes, quelques-unes seulement munies à leur extrémité d'une large épine pointue. La section des tours est carrée, la carène ventrale existe déjà ; il n'y a pas encore trace de sillons latéraux.

Au fur et à mesure que la coquille s'accroît (fig. 1 à 4) les côtes restent épaisses, peu saillantes et non aiguës comme dans les espèces précédentes ; elles sont séparées par des intervalles aussi larges

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

qu'elles-mêmes, ou un peu plus larges. Les proéminences de l'extrémité des côtes se réduisent à de simples tubercules arrondis à partir desquels les côtes s'infléchissent brusquement vers l'avant pour se terminer au bord du canal longeant la carène. Ces canaux sont étroits et peu profonds. La coquille est épaisse, la section carrée.

Rapports et différences. — Elle se distingue des deux précédentes par ses côtes épaisses et moins saillantes. La section est carrée au lieu d'être rectangulaire, les sillons sont moins larges et moins profonds.

Provenance : Bou-Tmine (fig. 1), Hamraoua (fig. 2 à 5), Krendegg.

Haplopleuroceras eximium nov. sp. Ch. GÉRARD.

Pl. XXXI, fig. 10, 11, 12, 12 a, 13, 13 a,

Description. — Côtes très fines et très serrées à tous les âges, sans jamais aucune trace d'épines périombilicales, et munies seulement d'un léger épaississement au bord de la partie ventrale, au moment du changement de direction.

Ces côtes sont pour la plupart fasciculées par deux au départ de l'ombilic, ce qui ne s'était jamais observé dans les espèces précédentes ; elles sont légèrement flexueuses et un peu inclinées vers l'avant sur les flancs, de sorte que le changement de direction sur la partie ventrale est moins brusque que dans les autres espèces.

Coquille aplatie, deux fois plus haute que large. Sillons ventraux étroits et profonds.

Rapports et différences. — Se distingue à première vue des autres *Haplopleuroceras* par des côtes fines et très serrées, fasciculées par deux au départ de l'ombilic et légèrement flexueuses sur les flaucs.

Provenance : Tratt (fig. 11), Dj. Marzimine (fig, 12 et 13), Hamraoua (fig. 10), Bou-Tmine, Dar-en-Nhsour.

Haplopleuroceras inaequalicostatum nov. sp. Ch. GÉRARD.

Pl. XXXI, fig. 6, 6 a, 7, 7 a, 7 b, 8, 9.

Description. — Côtes épaisses, serrées, fasciculées par deux au départ de l'ombilic, un peu flexueuses et inclinées vers l'avant sur les flancs. Dans chaque faisceau de deux côtes l'une est plus épaisse que l'autre et se termine par une pointe, la deuxième étant inerme. Cette dernière se réunit quelquefois de nouveau, surtout dans le jeune âge, à la première, à hauteur de la pointe de celle-ci, près de la partie ventrale (fig. 8).

Le canal ventral est bien accusé et assez profond. Ombilic large ; flancs légèrement arrondis. Section rectangulaire $\frac{\text{hauteur}}{\text{épaisseur}} = \frac{4}{3}$.

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

Rapports et différences. — Se distingue immédiatement par ses côtes épaisses, serrées, fasciculées, légèrement inclinées sur les flancs et d'inégale épaisseur.

Provenance : Hamraoua (fig. 6 à 9).

OUVRAGES CONSULTÉS

1. S. Buckman. — Inf. Oolit. Ammonites. *Quarterly Journal of Geol. Soc.*, vol. 37, 1881.
2. — Some new species of Ammonites from the Inf. Ool. *Proc. Dorset Field Club*, vol. 4, 1883.
3. — Descent of Sonninia and Hammatoceras. *Quarterly Journal of Geol. Soc.*, vol. 45, 1889.
4. — A monograph on the Inf. Oolite ot the British Islands. *Paleontographical Society*, London, 1886-1907.
5. P. Dorn. — Die Hammatoceraten, Sonninien, Ludwigien, Dorsetensien und Witchellien des Suddeutschen ins besondere Frankischen Doggers. *Paleontographica*, vol. 82, 1935.
6. H. Douvillé. — Sur quelques fossiles de la zone à *Ammonites Sowerbyi* des environs de Toulon. *Bull. Soc. Géol. de France*, 3e sér., t. XIII, 1884.
7. P. Fallot. — Étude géologique de la Sierra de Majorque. Thèse de doctorat, Paris, 1922.
8. — Essais sur la répartition des terrains secondaires et tertiaires dans le domaine des Alpides espagnoles. II. Le Lias. *in* Geologie des Chaînes bétiques et subbétiques. *Association pour l'étude géologique de la Méditerranée occidentale*. vol. IV, n° 1, partie II. 1932.
9. É. Haug. — Les chaînes subalpines entre Gap et Digne. Thèse de doctorat, Paris, 1891.
10. — Étude sur les Ammonites des étages moyens du système jurassique. *Bull. Soc. Géol. de France*, 3e sér., t. XX, 1893.
11. Roman et Gennevaux. — Études sur les terrains jurassiques de la région du Pic Saint-Loup (Hérault). Montpellier, 1912.
12. Vacek. — Uber die Fauna der Oolithe von Cap S. Vigilio. *Abhandl. der K.K. Géol. Reichsanstalt*, B. XII, Wien, 1886

et les ouvrages généraux : Oppel, d'Orbigny, Quenstedt, etc...

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

EXPLICATION DES PLANCHES XXX ET XXXI

Planche XXX.

Fig. 1. — *Haplopleuroceras subspinatum* Buckman, du Tratt, p. 625.
Fig. 2, 2 a. — *H. subspinatum* Buckman, du Tratt, p. 625.
Fig. 3. — *H. subspinatum* Buckman, de Hamraoua, p. 625.
Fig. 4, 4 a. — *H. subspinatum* Buckman, de Hamraoua, p. 625.
Fig. 5 a. — *H. subspinatum* Buckman, de Hamraoua, p. 625.
Fig. 6. — *Haplopleuroceras mundum* Buckman, du Tratt, p. 626.
Fig. 7. 7 a. — *H. mundum* Buckman, du Tratt, p. 626.
Fig. 8 a. — *H. mundum* Buckman, de Dar-en-Nshour, p. 626.
Fig. 9. — *H. mundum* Buckman, de Dar-en-Nshour, p. 626.

Tous les échantillons, sur cette planche et la suivante sont figurés en grandeur naturelle.

Planche XXXI.

Fig. 1. — *Haplopleuroceras crassum* nov. sp., de Bou-Tmine, p. 626.
Fig. 2, 2 a. — *H. crassum* nov. sp., de Hamraoua, p. 626.
Fig. 3, 3 a. — *H. crassum* nov. sp., de Hamaraoua, p. 626.
Fig. 4. — *H. crassum* nov. sp., de Hamraoua, p. 626.
Fig. 5. — *H. crassum* nov. sp., de Hamraoua, p. 626.
Fig. 6, 6 a. — *Haplopleuroceras inæqualicostatum* nov. sp., de Hamraoua, p. 627.
Fig. 7, 7 a, 7 b. — *H. inæqualicostatum* nov. sp., de Hamraoua, p. 627.
Fig. 8. — *H. inæqualicostatum* nov. sp., de Hamraoua, p. 627.
Fig. 9. — *H. inæqualiscolatum* nov. sp., de Hamraoua. p. 627.
Fig. 10. — *Haplopleuroceras eximium* nov. sp., de Hamraoua, p. 627.
Fig. 11. — *H. eximium* nov. sp., du Tratt, p. 627.
Fig. 12, 12 a. — *H. eximium* nov. sp., de Dj. Marzimine, p. 627.
Fig. 13, 13 a. — *H. eximium* nov. sp., de Dj. Marzimine, p. 627.

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

QUELQUES DÉTAILS D'OBSERVATION TOUCHANT LES FORMES RÉCIFALES DE *NUBECULARIA*

PAR LE P. **H. Derville** [1].

PLANCHE XXXII.

Je me suis, à plusieurs reprises, intéressé aux Foraminifères du genre *Nubecularia* dont j'ai décrit, en 1931, une forme coloniale [2], et, en 1935, des formes libres [3]. J'ai eu l'occasion, depuis, de faire quelques observations sur le début du développement des formes coloniales et c'est à ce sujet que sont consacrées ces lignes.

A. OBSERVATIONS.

1. *Présence de balles sphériques dans le plasmostracum de* Nubecularia coespitosa STEINM.

Il n'est pas rare de rencontrer, au sein du plasmostracum, de petits corps sphériques mesurant en moyenne 50 millièmes de millimètre en diamètre total. Ces balles sphériques qui, suivant les cas, sont remplies de calcaire granuleux ou de calcite en mosaïque, sont limitées vers l'extérieur par une zone corticale brune de 5,9 millièmes de millimètre. Cette zone corticale paraît être de même nature que le plasmostracum du Nubéculaire et des Milioles.

Leur existence m'a longtemps échappé ; absorbé que j'étais par l'étude de la succession des loges du Foraminifère, je les ai longtemps négligées, les considérant peut-être inconsciemment comme des sections transversales de loges du plasmostracum. Petit à petit cependant, mon attention fut attirée par leur fréquence, la petitesse de leur taille (il en est qui mesurent en diamètre total 35,40 millièmes de millimètre) par rapport au diamètre courant des loges des Nubéculaires, et par ce fait enfin que, malgré l'identité d'aspect de leur couche corticale avec les murs des loges de *Nubecularia*, ces balles sphériques se dé-

1. Note présentée à la séance du 20 décembre 1937.

2. S. GILLET et H. DERVILLE. Nouveau gisement d'un récif à *Nubecularia* à Cricov, près de Chisinau (Bessarabie). *Bull. Soc. géol. France*, 5e s., t. I, 1931, p. 721 i à 738 i, pl. XXXVII à XLi.

3. H. DERVILLE. Observations et réflexions sur le genre *Nubecularia*. *Bull. Soc. géol. France*, 5e s., t. V, 1935, p. 621 à 628, pl. XXIX.

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

tachent toujours très nettement du plasmostracum où elles sont souvent incluses.

On les rencontre, la plupart du temps, noyées dans la profondeur du plasmostracum mais s'en distinguant toujours par la teinte brun clair de la couche corticale ; souvent elles sont incomplètement ensevelies et faisant hernie à la paroi interne des loges, parfois même simplement accolées à cette paroi (cf. pl. XXXII, fig. 1).

2. *Formation de boyaux de* Nubecularia *aux dépens de certaines de ces balles.*

Dans l'un ou l'autre cas, exceptionnel il est vrai, deux de ces balles, de petite taille (35,40 millièmes de millimètre environ), paraissent en rapport avec de longs boyaux très larges et très irréguliers qui représentent la coupe longitudinale d'une loge de Nubéculaire (cf. planche XXXII, fig. 2).

La première idée qui vient à l'esprit c'est d'accentuer le rapport et d'imaginer que le boyau provient de la masse plasmique, condensée dans la petite sphère et qui s'est gonflée démesurément au contact de l'eau ; en un mot, c'est d'y voir un cas de germination d'une loge initiale (balle sphérique) de Nubéculaire. Mais les conditions d'observation sont mauvaises et il est malaisé d'affirmer et de prouver d'une façon péremptoire que le boyau provient bien du contenu de la petite sphère. On pourra discuter, sans doute, sur les rapports qui existent entre la loge initiale et le boyau qui semble en sortir ; on pourra m'objecter aussi la disproportion de taille entre cette loge initiale et le boyau qui constituerait la seconde chambre du plasmostracum.

Ne serait-il donc pas plus normal, plus naturel, d'expliquer la figure 2 de la planche XXXII par un changement dans l'orientation du boyau et d'admettre, en conséquence, que la coupe intéresserait une balle sphérique incluse, sur son passage, en surface du plasmostracum ? Je ne le pense pas. Sans doute, les conditions d'observation ne sont pas très favorables ; mais, par contre, ne serait-ce pas une chance exceptionnelle, inattendue, de voir la coupe intéresser le milieu du boyau et, partant, la brèche résultant de l'éclatement de la balle sphérique, brèche par laquelle a dû s'échapper son contenu plasmique.

3. *Formation de ces balles aux dépens du contenu plasmique des loges.*

Deux faits cependant viennent corroborer l'hypothèse que je propose : l'existence, dans certaines loges, d'amas sphériques de calcaire granuleux (cf. pl. XXXII, fig. 3 et 4) et, à côté des

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

loges vides et remplies de calcite en fine mosaïque, l'existence de loges pleines, qui sont littéralement bourrées de balles sphériques. Ces balles sont en tout analogues à celles que j'ai décrites ici même au début de cette note, à un détail près c'est qu'elles ne sont pas d'une sphéricité parfaite. Cela résulte du fait qu'elles sont tassées les unes sur les autres, que la couche corticale y est plus mince et qu'à ses débuts elle devait avoir une certaine souplesse. Elle se serait, dans la suite seulement, épaissie et calcifiée.

B. Interprétation.

En faisant la somme de tous ces faits, il me paraît difficile de ne pas voir, dans les balles sphériques, des éléments reproducteurs du *Nubecularia* et, en se basant sur les observations et travaux de Lister, on pourra peut-être même préciser davantage.

1. D'après Lister, la substance plasmique des individus mégasphériques (A) se résoudrait en petites masses munies d'une coquille sphérique et qui, chacune, constituerait la première loge ou « loge initiale » d'un jeune individu de la forme mégasphérique. Ce jeune individu, réduit à sa loge initiale, bourgeonnera d'abord une deuxième loge, puis une troisième etc... et, par bourgeonnements successifs, donnera finalement un individu adulte. « Cela continue ainsi pendant plusieurs générations ; mais, à un moment donné, le processus change, l'animal se rétracte dans sa coquille et fragmente tout son contenu en nombreuses petites masses arrondies qui se munissent d'un flagellum et constituent autant de zoospores. Ces zoospores, qui mesurent 4 μ, se conjugueraient et formeraient une petite masse de 6 à 13 μ, qui serait la loge initiale d'un individu de la forme microsphérique (B). Celui-ci grandirait mais, au moment de se reproduire, donnerait naissance, non à des zoospores ni à des formes microsphériques (B), mais à des formes mégasphériques (A), selon le procédé décrit il y a un instant pour celles-ci. Ainsi il y aurait alternance périodique entre une série de générations agames mégasphériques (A) et une génération sexuée microsphérique (B) » [1].

Les petites balles sphériques sont donc, selon toute vraisemblance, des loges initiales de *Nubecularia* ; elles seraient : soit de jeunes individus de la forme mégasphérique (A) formés directement par division de la masse plasmique — soit de jeunes in-

1. Y. Delage et E. Hérouard. Traité de Zoologie concrète, t. I. La cellule et es Protozoaires (Paris, 1896), *passim* et p. 119, note 1.

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

dividus de la forme microsphérique (B) résultant de la conjugaison de deux zoospores. Il serait bien téméraire de vouloir préciser si, dans le cas de balles granuleuses dépourvues de coquilles, on a affaire à des zoospores. D'abord, sauf circonstances très spéciales, il y a fort peu de chances que ces zoospores aient été conservées ; de plus, toutes les balles granuleuses peuvent être considérées comme une phase de l'évolution ontogénique de jeunes individus mégasphériques. En effet, dans la fig. 3 de la pl. XXXII, on observe, à côté de balles sphériques entièrement granuleuses et à zone granuleuse superficielle plus dense, d'autres balles où s'est déjà différenciée la zone corticale externe brune.

2. Y a-t-il un fondement à la distinction que je viens de faire entre des loges initiales mégasphériques et des loges initiales microsphériques ?

Je ne voudrais l'affirmer mais j'incline à le penser. J'ai parlé plus haut, dans la description des balles sphériques, d'une taille moyenne de 50 millièmes de millimètre ; j'ai relevé un certain nombre de mesures qui oscillent, pour les plus petites balles, entre 29,50 et 35,40 millièmes de millimètre et, pour les plus grandes, entre 50,00 et 82,60 millièmes de millimètre. J'ai, par curiosité, voulu mesurer une des balles contenues dans la loge de *Nubecularia* (cf. fig. 3 de la pl. XXXII) ; j'ai trouvé 64,90 millièmes de millimètre. Cette taille d'une part, par opposition aux sphères de 29 et 35 millièmes de millimètre et, d'autre part, la présence d'une coquille brune différenciée ou en voie de différenciation semblent étayer suffisamment cette distinction.

3. Ces balles sont donc des cellules initiales de *Nubecularia coespitosa* Steinm. Une fois sorties de la loge, elles ont été dispersées ; un certain nombre d'entre elles, toutefois, se fixant et germant sur place, ont contribué à l'édification du récif.

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

EXPLICATION DE LA PLANCHE XXXII

Nubecularia coespitosa Steinm.

Fig. 1. — Loges initiales emprisonnées dans le plasmostracum.

Deux de ces loges sont visibles dans le plancher de la grande loge courbe qui occupe le secteur nord-est de la photographie. L'une d'elles, claire, parce que remplie de calcite hyaline en fine mosaïque, montre nettement un épaississement superficiel ; c'est la couche corticale, qui est d'un brun clair en lame mince. L'autre loge initiale se devine un peu au-dessus ; elle est remplie de calcaire granuleux et fondue, pour ainsi dire, dans le plasmostracum. On distingue ici encore, sous la forme d'un petit cercle moins foncé, la couche corticale, brun clair, qui la limite vers l'extérieur.

Gross. : 75 diam. env.

Fig. 2. — Bourgeonnement de la loge initiale.

Deux bourgeonnements se distinguent assez nettement, l'un dans le secteur nord-ouest de la photographie, l'autre dans son secteur sud-est. On remarquera la solution de continuité de la loge initiale à son contact avec le boyau.

Gross. : 75 diam. env.

Fig. 3. — Loges initiales vues en place dans les chambres du Nubéculaire.

Le grand boyau central, en forme de croissant, représente la cavité de quatre chambres consécutives ; ces chambres, d'étendues assez inégales, sont séparées les unes des autres par une dépression du plafond de la chambre qui fait office de fausse cloison. On peut en observer deux assez nettes dans le secteur nord-ouest de la photographie. Le boyau est bourré de cellules ou loges initiales, limitées à leur surface par une zone granuleuse plus dense chez les unes, par une couche corticale brune chez les autres.

Gross. : 75 diam. env.

Fig. 4. — Autre aspect de loges initiales vues en place dans des chambres de *Nubecularia*.

Gross. : 75 diam. env.

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

RAPPORT DE LA COMMISSION DE COMPTABILITÉ

EXAMEN DES COMPTES DE 1937.

Les comptes de 1937 sont présentés conformément aux règles adoptées l'année dernière (voir *Bulletin* 1936, n° 9, p. 539 et suivantes). Les chiffres relatifs aux opérations des exercices sont donc directement comparables puisqu'ils ne comportent aucun report d'un exercice sur l'autre.

A. — BUDGET DE LA SOCIÉTÉ

Recettes.

Les *revenus* sont de 16.451,18, en diminution sur 1936 de 1.990,74, en raison de la vente de valeurs dans l'exercice précédent. Le projet de budget comportait une prévision de 18.000 francs.

Les *cotisations* sont de 70.000 francs (au lieu de 71.300 en 1936 et 70.000 au projet de budget). Le nombre des membres qui auraient dû payer leur cotisation dans l'année 1937 est en effet de 700 (nombre de membres fin 1937 : 880, dont membres à vie : 112 et perpétuels : 68). Ce chiffre de 70.000 francs comprend donc non seulement les cotisations réellement encaissées, mais aussi celles qui sont encore dues pour l'exercice en revue (135 membres) ; on peut regretter que tous les membres de la Société n'aient pas à cœur de s'acquitter sans retard de leur cotisation dans la période difficile que nous traversons.

Les *ventes et abonnements* sont de 65.073,85, en légère augmentations sur 1936 (62.010,80) et nettement supérieurs au projet de budget (55.000), Il faut remarquer que ce chiffre ne comprend pas des ventes exceptionnelles dont le montant apparaît dans la Situation.

La *contribution* des auteurs est de 29.729,20 (contre 16.350,50 en 1936), dont 4.065 pour le Bulletin et 25.664,20 pour les Mémoires. Dans le projet de budget, il avait été prévu une somme de 42.000 ; la recette effective a donc été inférieure d'environ 12.300 francs, certains Mémoires prévus pour l'exercice 1937 n'ayant pas été remis par leurs auteurs avant la fin de l'exercice (en compensation la dépense sur les Mémoires a été inférieure de près de 20.000 francs, par rapport aux chiffres du projet de budget).

La *subvention* a été rétablie à 10.000 francs (au lieu de 9.000 en

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

1936 ; projet de budget : 10.000), le prélèvement de 10 % ayant été supprimé.

Enfin, les *recettes diverses* sont de 4.809,69.

Au total, les recettes s'élèvent à 197.063,62, au lieu de 179.308,32 en 1936. L'accroissement est dû presque uniquement à l'augmentation de la contribution des auteurs, par application d'une politique plus stricte, imposée malheureusement par les circonstances, en ce qui concerne l'acceptation des publications et qui met à la charge des auteurs tous les frais dépassant une limite admise à l'avance et compatible avec les possibilités de la Société.

Dépenses.

Les *frais généraux* s'élèvent à 52.312,40, en augmentation sur 1936 (46.768,85), par suite de l'accroissement du prix de toutes choses ; ils sont cependant inférieurs au chiffre de projet de budget (59.000).

Les *publications* s'élèvent au total à 125.624.20, en forte augmentation sur 1936 (101.771, 45), ainsi d'ailleurs que l'avait prévu le projet de budget qui avait même estimé ces dépenses à 146.000 francs. Il convient d'examiner le détail de ces frais de publication :

Le *C.R. sommaire* a coûté 18.300,30 contre 15.747,65 en 1936 (20.000 dans le projet de budget).

Déduction faite de la contribution des auteurs, portée aux recettes, le *Bulletin* a coûté 44.262,20 contre 40.400 en 1936 (49.000 au projet) ; avec cette même déduction, les *Mémoires* ont coûté à la Société 27.635 francs, contre 19.150,20 en 1936 (35.000 au projet de budget). Il n'y a pas eu de réunion extraordinaire en 1937 (alors que le C.R. de 1936 avait coûté 10.123,10) ; en revanche, des réimpressions se sont élevées à 5.697,20 ; elles ont, pour une grosse part, leur contrepartie dans des ventes et avaient été prévues jusqu'à concurrence de 3.000 francs dans le projet de budget.

Les *remises sur ventes* ont été de 7.808 francs ; les *dépenses diverses* de 1.959,50 ; enfin, comme les années précédentes et afin d'apurer des comptes antérieurs, une provision pour créances douteuses a été inscrite en dépenses pour 10.000 francs.

Au total les dépenses se sont élevées à 197.704,10, contre 160.501,10 en 1936 (et 220.000 au projet de budget).

Les recettes s'élevant à.....	196.063,92
et les dépenses à.....	197.704,10
l'exercice se termine donc par un léger solde débiteur.....	1.640,18

Ce résultat, appréciable dans les circonstances actuelles, n'a pu être obtenu que grâce à une extrême vigilance des Commissions de publication qui n'ont admis aucun dépassement.

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

Situation.

Crédit.

On doit inscrire au crédit de la Situation, comme augmentant l'Actif de la Société :

1° les cotisations à vie reçues en 1937, soit.....	6.000 fr.
2° des recettes exceptionnelles qui ne peuvent pas être affectées au compte ordinaire de l'exercice, savoir :	
le legs Boiton consistant en un immeuble évalué à....	105.000
des ventes exceptionnelles se montant à.....	25.000
l'indemnité reçue à l'occasion d'un sinistre, soit.....	3.300
3° le règlement des comptes clos :	
recettes supplémentaires pour l'exercice 1936, se montant à.....	986,75
4° des comptes d'ordre dont la raison a été expliquée dans le rapport de l'année dernière, savoir :	
recettes réalisées en 1937 pour l'exercice 1938.....	1.940
dépenses de 1937 engagées en 1936.....	26.984,10
Au total, le Crédit est de.....	169.210,85

Débit.

Doivent s'inscrire au débit de la Situation :	
1° le solde débiteur de l'exercice.....	1.640,18
2° la moins-value sur les valeurs par rapport aux cours fin 1936 (cette perte est très importante).....	24.739,56
3° des dépenses exceptionnelles engagées en 1937 (fin de l'impression de la Table de la 4e série).....	39.000,00
4° le règlement des comptes clos, soit :	
dépassement des dépenses sur l'exercice 1934.....	212,50
dépassement des dépenses sur l'exercice 1936.....	8.949,70
5° des comptes d'ordre :	
recettes de 1937 acquises en 1936.....	19.984,00
Au total le débit est de.....	94.525,94

Le crédit étant de.....	169.210,85	
et le débit de.....	94.525,94	
l'actif disponible de la Société a donc augmenté de.....		74.684,91

Cet accroissement tient, en très grande partie, au legs Boiton, atténué par la baisse des valeurs (24.739, 56), cependant que les ventes exceptionnelles (25.000) ont permis de couvrir en partie la dépense exceptionnelle (39.000) due aux Tables.

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

Projet de budget 1938.

Aux recettes, la seule observation à présenter est qu'on a compté pour zéro la contribution des auteurs, de manière à montrer aux dépenses la somme totale que la Société entend débourser pour ses publications ; si des contributions d'auteurs sont acquises, elles permettront d'accroître d'autant les dépenses pour les publications. Les ventes et abonnements n'ont été prévus, par prudence, que pour 55.000 au lieu de 65.000 en 1937.

Aux dépenses, les frais généraux ont été portés à 59.000 francs, pour permettre l'engagement d'un garçon. Les publications sont prévues à 94.000 francs, sous la réserve qui vient d'être faite ; ce chiffre comprend un C. R. de réunion extraordinaire (4.000). Les créances douteuses ont été réduites à 2.000 francs, parce que le nouvel aménagement de la Comptabilité permet de les suivre plus exactement.

En dépit de ces restrictions, le total des dépenses prévues s'élève à 162.500 contre 154.400 de recettes ; il est donc probable que l'exercice sera en déficit (8.100), alors que celui de 1937 était en équilibre. La différence tient essentiellement à une prévision de diminution des ventes et abonnements (55.000 au lieu de 65.000).

En ce qui concerne les prévisions sur la situation, on a admis les dépenses exceptionnelles suivantes :

un Bulletin à la mémoire de H. Douvillé	8.000
des reliures	4.000
une aide à la Bibliographie géologique dont la subvention de la Fédération des Sciences naturelles a été considérablement réduite	6.000

Compte tenu du déficit probable de l'exercice (8.100), il faut prévoir que l'actif disponible diminuera en 1938 de 22.000 francs environ, diminution qui devra être compensée, si elle se produit, par des ventes de titres. Il serait souhaitable qu'un effort fût fait pour éviter cette fâcheuse conséquence.

B. — MOUVEMENT DES TITRES

Pendant le courant de l'exercice 1937, aucun mouvement de titres ne s'est produit ; mais, comme on l'a dit, la valeur de ces titres a diminué de 24.700 francs environ, par suite de la baisse des cours.

C. — COMPTE BIBLIOGRAPHIE

Il est essentiel de remarquer que, dans ces comptes, est considérée comme appartenant à l'exercice 1937 la Bibliographie préparée en 1937, mais imprimée et distribuée au début de 1938 (tome VIII) : l'engagement de dépenses pour ce tome a eu lieu, en effet, dès 1937 (la

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

même organisation a été adoptée dans les comptes de l'année précédente).

Recettes. — La subvention de la Fédération n'a été que de 19.000 francs (contre 24.000 les deux années précédentes) ; les ventes et souscriptions de 5.939,92 (contre 5.664,16 en 1936). Soit un total de 24.939,92.

Dépenses. — La rédaction a coûté 12.876 francs (contre 12.715) ; l'impression du tome VIII a pu être limitée à 20.985,65 francs (contre 20.764,35 pour le tome VII), grâce à des améliorations apportées dans l'exécution ; les autres dépenses sont de 438,80 (contre 1.327,20) : total 34.300,45.

L'excédent de dépenses est donc de : 9.360,53.

S'ajoutant aux reliquats déficitaires antérieurs, le déficit total du Compte Bibliographie s'est accru, fin 1937, de 14.689,88 avancé par la Société géologique.

Des efforts sont poursuivis avec beaucoup d'ardeur par la Commission de Bibliographie et par M. Laffitte, chargé de l'exécution de cette Bibliographie, afin d'améliorer la situation. En outre, on tentera d'obtenir une augmentation de la subvention de la Fédération ; pour l'année 1938, la Société fait le sacrifice d'inscrire, dans ses dépenses exceptionnelles, une contribution extraordinaire de 6.000 francs.

D. — COMPTE PRIX

En 1937, les revenus du Compte prix se sont élevés à 5.103,33 ; les dépenses (prix, médailles, etc...) à 2.389,46. Le Compte prix n'a versé au Compte général de la Société qu'une contribution de 98 francs. En conséquence, l'exercice 1937 du Compte prix se termine par un solde créditeur de : 2.713,87.

Le Conseil a décidé qu'à partir de 1938, le Compte prix comporterait une inscription de 1.000 francs par an, destinée à la Fondation Boiton (triennale 3.000 fr.) instituée en mémoire du généreux donateur de la Société.

E. — CONCLUSIONS

L'examen des comptes précédents entraîne les remarques suivantes :

1° Les reports d'une année sur l'autre, dont on avait indiqué les inconvénients l'année dernière, ont été très diminués cette année. Les débiteurs fin 1937 ont été ramenés à 49.344,18 (contre 74.104,09 fin 1936), dont 9.750 pour l'exercice 1935 et 35.594,18 pour l'exercice 1937 ; les engagements sont de 138.032,20 (contre 160.264,50) ; encore conviendrait-il de remarquer que parmi ces engagements figurent 65.000 francs pour la Table de la 4e série, qui sont une conséquence

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

d'engagements des années antérieures ; les autres engagements ne sont donc que de 73.032,20, dont 12.000 pour l'exercice 1936 et 61.032,20 pour l'exercice 1937. La situation est redevenue plus normale ; mais l'effort doit être encore continué.

2° L'exercice 1937 est en équilibre, grâce à une politique très prudente des Commissions de publication ; cette vigilance doit d'autant moins se relâcher qu'on doit prévoir un déficit pour l'exercice 1938.

3° Des recettes exceptionnelles ont permis, en 1937, d'accroître l'actif disponible de la Société ; il va de soi que ces recettes ne se renouvelleront probablement pas en 1938 ; au contraire, il faut prévoir des dépenses exceptionnelles qui diminueront cet actif : c'est une raison de plus de veiller avec beaucoup de soin à ne pas dépasser les limites prévues dans le projet de Budget.

L'examen de la Comptabilité nous a permis de reconnaître qu'elle était régulière et toutes explications demandées nous ont été fournies. La Commission propose donc d'approuver les comptes qui sont présentés et qui sont conformes aux livres.

Elle demande d'exprimer notre gratitude à notre Trésorier sortant, M. Gandillot, pour son infatigable dévouement et d'adresser tous nos remerciements à notre gérante, Mme Mémin.

La Commission de Comptabilité.

COMPTE SOCIÉTÉ 1937

Opérations

Recettes		Dépenses	
Revenus	16.451,18	Frais généraux	52.312,40
Cotisations	70.000,—	Publications:	
Ventes et abonnts :		C.R. somm	18.300,30
Abonnts. Bulletin	15.566,26	Bulletin	48.327,20
Souscriptions. Mém.	20.192,65	C.R. Réun. extr	—
Ventes	29.314,94	Mémoires	53.299,20
Contrib. auteurs :		Réimpressions	5.697,50
Bulletins	4.065,—	Remises sur ventes	7.808,—
Mémoires	25.664,20	Dépenses diverses	1.959,50
Subventions	10.000,—	Créances douteuses	10.000,—
Recettes diverses	4.809,69		
	196.063,92		
Solde débit. exercice 1937	1.640,18		
	197.704,10		197.704,10

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

Situation

Crédit		Débit	
Cotisations vie.....	6.000,—	Solde débiteur exerc..	1.640,18
Recettes exception. :		Moins-value valeurs...	24.739,56
Contrib. Cte prix...	—	Dépenses exception. :	
Legs Boiton..	105.000,—	Tables 4e série.....	39.000,—
Ventes exception...	25.000,—	Comptes clos (Excéd. dép.) :	
Indemnité sinistre..	3.300,—	Réimpressions 1934.	212,50
Comptes clos (Excéd. recettes).		C. R. som. 1936.	248,65
Contr. auteurs Bull. 1936.....	821,75	Bulletin 1936.	6.405,50
Recettes div. 1936..	165,—	Mémoires 1936.	113,20
Comptes d'ordre :		B. C. R. Réun. 1936.	2.182,35
Recettes 1938 acqu. en 1937.....	1.940,—	Comptes d'ordre :	
Dépenses 1937 eng. en 1936.....	26.984,10	Dépenses 1938 effec. 1937.....	—
		Rec. 1937 acquises en 1936.....	19.984,—
			94.525,94
		Accrois. actif disp....	74.684,91
	169.210,85		169.210,85

PROJET DE BUDGET 1938

Opérations

Recettes		Dépenses	
Revenus titres et immeuble.....	16.400,—	Frais généraux.....	59.000,—
Cotisations.....	70.000,—	Publications :	
Ventes et abonnements.	55.000,—	C. R. sommaires...	18.000,—
Contributions auteurs.	—	Bulletins.....	44.000,—
Subventions	10.000,—	C. R. Réun. extr....	4.000,—
Recettes diverses.....	3.000,—	Mémoires.....	28.000,—
	154.400,—	Réimpressions.....	—
		Remises sur ventes...	5.500,—
		Dépenses diverses....	2.000,—
Solde débit. exercice..	8.100,—	Créances douteuses...	2.000,—
	162.500,—		162.500,—

Situation

Crédit		Débit	
Cotisations vie.....	6.000,—	Solde déb. exercice...	8.100,—
Rec. exceptionnelles..	—	Moins-value valeurs...	—
Comptes clos.....	—	Dép. exceptionnelles :	
Comptes d'ordre.....	—	Bulletin Douvillé....	8.000,—
	6.000,—	Reliures	4.000,—
		Subv. Bibliographie...	6.000,—
		Comptes clos.....	—
		Comptes d'ordre :	
		Recettes 1938 acquises	
Dimin. de l'actif disp.	22.040,—	en 1937.....	1.940,—
	28.040,—		28.040,—

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

COMPTE BIBLIOGRAPHIE

Opérations 1937.

Recettes		Dépenses	
Subvention	19.000, —	Rédaction, t. VIII	12.876, —
Souscriptions	4.851, 92	Impression et ports, t. VIII	20.985, 65
Ventes	1.088, —	Remises sur ventes	108, 80
	24.939, 92	Dépenses diverses	330, —
Solde débit. exercice	9.360, 53		
	34.300, 45		34.300, 45

Situation fin 1937.

Crédit		Débit	
Accroissement du déficit	14.689, 88	Solde déb. exercice	9.360, 53
		Comptes clos.	
		Excédent dép. 1936 :	
		Rédaction, t. VII	565, —
		Impression et ports, t. VII	4.764, 35
	14.689, 88		14.689, 88

COMPTE PRIX

Opérations 1937.

Recettes		Dépenses	
Revenus	5.103, 33	Prix Fontannes	1.173, 35
		Fonds Fontannes	1.000, —
		Contrib. Frais génér.	98, —
		Frais de banque	118, 11
			2.389, 46
		Solde crédit. exercice	2.713, 87
	5.103, 33		5.103, 33

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

TABLE

DES NOTES ET DES MÉMOIRES CONTENUS

DANS LE VOLUME VII DU BULLETIN (1937)

Pages

F. Jacquet. — Sur la structure du Sahara mauritanien (*1 fig.*)..... 3

Maurice M. Blumenthal. — Sur l'interprétation tectonique du « Double Pli » Gaditan (*2 fig.*)..... 9

Maurice Gignoux et *Moshè Avnimelech.* — Genèse de roches sédimentaires par « intrusion et éclatement » (*Pl. I*)..... 27

Camille Rouyer. — Le Pays d'Othe (Tectonique d'ensemble, Craie turonienne, Cailloutis à silex) (*3 fig.*)..... 35

Alfred Carpentier. — Observations sur des *Callipteris* (*Pl. II et III*).... 53

Gaston Astre. — Faune des steppes froides et à Spermophile et climats du Pléistocène supérieur aux Pyrénées (*2 fig.*)..... 59

N. Théobald et *L. Piton.* — Les poissons tertiaires du Céreste (Basses-Alpes) (*Pl. IV*)..... 69

G. Delépine et *N. Menchikoff.* — La faune des schistes carbonifères à *Proshumardites* de Haci-Diab (Confins Algéro-Marocains du Sud) (*Pl. V, 13 fig.*)..... 77

Gilbert Mathieu. — Le gisement de la faune des marbres givétiens de la Ville-Dé-D'Ardin (Deux-Sèvres) (*Pl. VI, 3 fig.*)..... 91

Mlle *D. Le Maître.* — Étude de la faune corallienne des calcaires givétiens de la Ville-Dé-D'Ardin (Deux-Sèvres) (*Pl. VII, VIII, IX et X*)..... 105

J. Viret et *J. Hurzeler.* — Sur l'âge de la Faune de Mammifères de Pyrimont-Challonges (*1 fig.*)..... 129

H. Alimen et *A. Vatan.* — Contribution à l'étude pétrographique des sables stampiens (*Pl. XI et XII, 3 fig., 4 tab.*)..... 141

P. Russo. — Le Djebel Lakhdar et le terrain des Gour (Maroc oriental)... 163

Général Mailles. — Réflexions d'ordre géophysique sur la constitution et les mouvements de l'écorce terrestre..... 173

F. Roman et *G. Mazenot.* — Découverte d'une faune pyriteuse d'âge tithonique supérieur aux environs de Chomérac (Ardèche) (*1 fig.*)..... 179

Georges Denizot. — Affleurements crétaciques, brèches tectoniques et brèches sédimentaires de la plaine d'Alès (*Pl. XIII et XIV, 3 fig.*)..... 187

Maurice Gignoux. — Notice à la mémoire du Général L. DE LAMOTHE..... 203

M. Thoral. — Joseph BLAYAC, 1865-1936, notice nécrologique (*1 portrait*).. 209

F. Quiévreux et *E. M. Reid.* — Contribution à l'étude paléontologique du niveau fossilifère de la couche inférieure de potasse d'Alsace. Graines fossiles (*Pl. XV, 2 fig.*)..... 231

Colette Dechaseaux. — *Harpax spinosus* SOWERBY et ses variétés *Parkinsoni* BRONN et *Pectinoides* LAMARCK (*Pl. XVI, 5 fig.*)..... 243

Pierre Marie. — Deux niveaux distingués à l'aide des Foraminifères dans le Maestrichtien du Bassin de Paris..... 257

R. Soyer. — Nouveaux gisements de Calcaire pisolithique à l'Ouest et au Sud de Paris (*1 fig.*)..... 271

Paul Lemoine. — L'âge et les conditions de dépôt du Calcaire pisolithique. 283

Mme *Paul Lemoine.* — Les Algues calcaires du Calcaire pisolithique, leurs enseignements stratigraphiques..... 287

Pierre Marie. — Sur la Faune de Foraminifères du calcaire pisolithique du Bassin de Paris..... 289

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

Pages

René van Aubel. — Contribution à l'étude géologique du Cameroun Sud-Oriental et des territoires limitrophes du Moyen-Congo 295

René van Aubel. — Observations géologiques dans la partie camerounienne du Pays Baya (Cameroun oriental) (*1 fig.*) 317

P. Corbin et ***N. Oulianoff.*** — Diorite à épidote provenant de la zone à enclaves basiques de la Charpoua (Massif du Mont-Blanc) (*Pl. XVII, XVIII et XIX*) 329

Pierre Urbain. — Texture microscopique des roches argileuses (*Pl. XX et XXI, 1 fig.*) 341

Gaston Astre. — Nummulites remaniées dans le Pliocène de Neffiach en Roussillon 347

Geneviève Delpey. — Symbiose d'une Nérinée et d'un Hydrozoaire (*Pl. XXII et XXIII*) 353

Pierre Lory et ***Albert F. de Lapparent.*** — Remarques sur le Nummulitique du Dévoluy et de Champsaur (*1 fig.*) 359

A. Demay. — Quelques remarques sur les gneiss d'injection des Cévennes septentrionales, du Forez, du Rouergue et du Cantal 365

H. de Cizancourt, M^me^ ***H. de Cizancourt*** et ***H. Vautrin.*** — Remarques sur la structure de l'Indou-Kouch (*2 fig.*) 377

Maurice Mainguy. — La transgression nummulitique à l'Ouest du Mercantour (*2 fig.*) 401

Geneviève Delpey. — Révision du genre *Microschiza* GEMMELLARO (*4 fig.*) .. 419

A. Bigot. — Pseudomélaniadés des sables séquaniens de Cordebugle (Calvados) [*Pl. XXIV et XXV*] 425

F. Blondel. — Introduction à la Réun. extraord. en Tchécoslovaquie en 1936 433

Dimitrij Andrusov. — Deux coupes géologiques à travers les Carpathes occidentales. (*Pl. A.*) 434

Bedřich Bouček. — Stratigraphie et parallélisme de l'Ordovicien inférieur de la Bohême. (*Pl. B et C, 1 tableau*) 439

Radim Kettner. — L'évolution tectonique du Barrandien. (*Pl. D, 1 tableau*) 459

Jan Koliha. — Sur le Trémadocien et sur l'Arénigien inférieur en Bohême, (*1 tableau*) 477

Alexandr Orlov. — La pétrologie du massif éruptif de la Bohême centrale. 497

Jaroslav Perner. — Les « Colonies de Barrande » 513

Frantisek Slavík. — L'activité volcanique dans le Barrandien 527

Vladimir Zoubek. — Le cristallin des Carpathes tchécoslovaques 541

H. Alimen et ***A. Cailleux.*** — Sur un petit Bovidé quaternaire récemment découvert aux Moutiers (Loire-Inférieure) (*Pl. XXVI*) *2 fig.*) 555

Georges Dubois et M^me^ ***Camille Dubois.*** — Étude paléobotanique de tourbières de la région parisienne (*Pl. XXVII, 10 fig.*) 567

Zalessky M. D. — Sur deux végétaux nouveaux du Dévonien supérieur (*3 fig.*) 587

Stchepinsky V. — Le Lias de Durfort (Gard) (*Pl. XXVIII, 24 fig.*) 593

H. Parent. — Couches saumâtres et calcaires à Alvéolines dans le Turonien supérieur de Sainte-Anne d'Evenos (Var) (*Pl. XXIX, 1 fig.*) 615

J. Pfender. — Observations sur le calcaire à Alvéolines récolté par M. H. Parent 620

Cel Ch. Gérard. — Note sur le genre d'Ammonites : *Haplopleuroceras* (*Pl. XXX et XXXI*) 623

P. H. Derville. — Quelques détails d'observation touchant les formes récifales de *Nubecularia* (*Pl. XXXII*) 631

Comptes de 1937 et prévisions pour 1938 637

Table du Tome VII 645

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 VII, année 1937

Les renvois aux pages du Bulletin *sont en chiffres* gras, *les chiffres ordinaires* maigres *se rapportent aux pages du Compte rendu sommaire.*

A

Abrard (R.). Les variations d'épaisseur des argiles du Gault dans le pays de Bray, 53. — Prés. d'ouvr., 193. — Obs. à une comm. de M. R. Soyer, **281**.

Abrard (R.) et E. Aubert de La Rüe. Prés. d'ouvr., 192.

Abrard (R.) et L. Morellet. Sur la présence de *Nummulites aquitanicus-girondicus* Benoist, dans le Lutétien d'Angleterre, 133.

Afrique. Voir : *Algérie*, *Congo*, *Madagascar*, *Maroc*, *Sahara*, *Tunisie*.

Afrique du Nord. J. de Lapparent, 126.

Agalède (H.). Les formations dolomitiques du Jurassique dans la région des Causses, 232.

Aguillon. Nécrologie, 139.

Alès. G. Denizot, **187**.

Algérie. J. Flandrin, 16,35. — F. Ehrmann et H. Strallen, 38. — F. Ehrmann, 59. — L. Glangeaud, 65, 166. — R. Laffitte, 113. — M. Roubault, 176. — G. Bétier, J. Savornin, M. Dalloni, J. Flandrin, L. Glangeaud, 244.

Algues. Mme Paul Lemoine, **287**.

Alimen (H.) et A. Cailleux. Sur un petit Bovidé quaternaire récemment découvert aux Moutiers (Loire-Inférieure), 239, **555** (pl. XXVI, 2 fig.).

Alimen (H.) et A. Vatan. Contribution à l'étude pétrographique des sables stampiens, 98, **141** (pl. XI et XII, 3 fig. 4 tab.).

Allègre (R.). Le basalte de la Grange-des-Pins (près de Prades-les-Lez, Hérault), 254.

Allier. G. Garde, 231.

Allocution. P. Lemoine, 4. — F. Blondel, 6.

Alloiteau (J.). Sur la présence dans le Turonien d'Uchaux de *Diplocteinium ferrum equinum* Reuss, 85.

Alpes. R. Staub, 129. — P. Lory et A.F. de Lapparent, **359**. — M. Mainguy, **401**.

Alpes-Maritimes. S. Deb, 184. — M. Gignoux et L. Moret, 221.

Alsace. F. Quiévreux et E. M. Reid, **231**.

Alvéolines. G. Corroy et S. Fabre, 260. — H. Parent, **615**. — J. Pfender, **620**.

Amérique du Nord. A. Cailleux, 28.

Ammonites. Cel Ch. Gérard, **623**.

Andrusov (D.). Sur la position stratigraphique des radiolarites du Krušnohoři (Montagnes métallifères) du Spiš et du Gemer en Slovaquie, 31. — La structure tectonique des Monts Métallifères du Spis et du Gemer en Slovaquie, 153. — Deux coupes géologiques à travers les Carpathes occidentales, **434** (pl. A.).

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

Angleterre. R. Abrard et L. Morellet, 133.
Antécambrien. M. Gigout, 195. — J. Bourcart, 242.
Anten (Jean). Nécrologie, 139.
Antonini (A.). Formations quaternaires à Bussagna près Porto (Corse), 81. — Sur l'évolution et la classification des Hippurites de la Provence, 227.
Arambourg (C.). Nouvelles obs. sur la série phosphatée du Maroc, 183.
Ardèche. F. Roman et G. Mazenot, **179**.
Ardennes. A. Bonte, 174.
Astre (G.). Le Grand Bœuf primitif dans les limons pléistocènes à *Equus plicidens* de Bruguières, 30. — Faune des steppes froides à Spermophile et climats du Pléistocène supérieur aux Pyrénées, 60, **59** (2 fig.). — Nummulites remaniées dans le Pliocène de Neffiach en Roussillon, 201, **347**.
Aubert de La Rüe (E.). Les manifestations actuelles de l'activité volcanique aux Nouvelles-Hébrides, 149.
Aubert de La Rüe (R. Abrard et E.—). Prés. d'ouvr., 192.
Aude. L. Barrabé, 99.
Aufrère (L.). Prés. d'ouvr., 22.
Avnimelech (M.). Sur un grès lacustre à l'Est du lac de Tibériade et sur ses relations avec la structure du fossé du Jourdain, 213.
Avnimelech (M. Gignoux et M. —). Genèse des roches sédimentaires bréchoïdes par « intrusion et éclatement », 49, **27** (pl. I).
Avnimelech (L. Picard, L. Doncieux et M. —). Sur l'existence d'un étage Libyen dans les environs de Maan (Transjordanie), 74.

B

Bactéries. L. Cayeux, 115.
Balland (R.). Prés. d'ouvr., 221.
Barrabé (L.). Sur l'existence d'affleurements paléozoïques à l'extrémité méridionale de la Chaîne de Fontfroide (Aude) et sur leur interprétation, 99.
Basalte. R. Allègre, 254.
Basse (E.). Prés. d'ouvr., 147.
Basses-Alpes. Y. Gubler-Wahl, 257. — N. Théobald et L. Piton, **69**.
assin de Paris. P. Marie, **257**, **289**. — R. Soyer, **271**.
tard (Ch.). Prés. d'ouvr., 10.
Baulig (G. Dubois, H. — et E. Rhoté). Prés. d'ouvr., 237.
Bellair (P.). Sur la bande triasique de Barjols (Var), 246 [Obs. de M. A. F. de Lapparent], 247.
Belledonne. P. Lory, 91.
Bennejeant (Ch.). Prés. d'ouvr., 148.
Bergounioux (F. M.). Prés. d'ouvr., 11.
Bergounioux (L. Mengaud et F. M. —). Sur le gisement à *Platychelys Courrenti* Berg. de Saint-Jean-de-Barrou (Aude), 239.
Bersier (A.). Prés. d'ouvr., 165.
Bertrand (L.). Obs. à une comm. de M. H. Longchambon, 171.
Besairie (H.). Prés. d'ouvr., 148, 193.
Besairie (H.) et V. Hourcq. Prés. d'ouvr., 193.
Besairie (A. Savornin et H. —). Prés. d'ouvr., 193.
Bétier (G.), J. Savornin, M. Dalloni, J. Flandrin et L. Glangeaud. Obs. tectoniques sur la « zone du Flysch albo-aptien » dans la région littorale algéroise, 244.
Beyenburg (Dr E.). Prés. d'ouvr., 9.
Bigot (A.). Prés. d'ouvr., 112, 163. — Pseudomélaniadés des Sables séquaniens de Cordebluge (Calvados), 231, **425** (pl. XXIV et XXV). — Obs. à une comm. de M. R. Soyer, **281**.
Biraud (François). Nécrologie, 140.
Birot (P.). Prés. d'ouvr., 111.
Blanc (A. C.). Prés. d'ouvr., 112.
Blayac (Joseph). Nécrologie, 140. — Notice nécrologique par M. Thoral, 146, **209**.
Blondel (F.). Allocution, 6. — Prés. d'ouvr., 192. — Introduction à la Réun. Extraordinaire de la Société Géologique de France en Tchécoslovaquie (Bohême centrale) du 21 au 29 septembre 1936, **433**.
Blondel (H. de Cizancourt, L. Migaux, F. — et J. Filhol). Prés. d'ouvr., 192.
Blumenthal (M.). Sur l'interprétation tectonique du « Double Pli » Gaditan, 28, **9** (2 fig.).
Boiton (Hypolyte-Émile). Nécrologie, 140.
Bondon (Jacques). L'âge des laves anciennes du Djebel Siroua et des Plateaux du Draa (Sud Marocain), 151. — Prés. d'ouvr., 193.
Bondon (J.) et L. Clariond. Prés. d'ouvr., 193.
Bondon (J.) et R. Frey. Sur la substitution de minerai de manganèse aux

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

rhyolites cambriennes dans la région de Tiouine (Sud Marocain), 201.
Bonnet (P.). Prés. d'ouvr., 110.
Bonnet (P. et N.). Prés. d'ouvr., 110.
Bonte (A.). Sur un affleurement de calcaire ferrugineux du Domérien à Margut (Ardennes), 174.
Bosch (Ch.). Nécrologie, 140.
Bouček (Bedřich). Stratigraphie et parallélisme de l'Ordovicien supérieur de la Bohême, **439** (pl. B et C, 1 tableau).
Boucher (F. Roman et Mlle J. —). Prés. d'ouvr., 11.
Bouches-du-Rhône. S. Fabre, 203. — M. Breistroffer, 250.
Bourcart (J.). Sur la possibilité de déterminer l'origine d'un ensablement par l'étude des courbes de fréquences granulométriques, 49. — Sur la découverte de molaires d'*Hipparion* à la base de la série lacustre à argiles smectiques de Camp-Berteaux (Maroc Oriental), 79. — Prés. d'ouvr., 193. — L'anticlinal antécambrien du Bas Dra (Sahara marocain), 242.
Breistroffer (M.). Sur un remarquable gisement à fossiles pyriteux du Tithonique supérieur de Tunisie, 18. — Sur l'âge exact du « Banc des Lombards », près Cassis (B.-du-Rh.), 250.
Briançonnais. M. Gignoux, 89.
Brousse (P. de Brun et M. —). Prés. d'ouvr., 11.
Brun (P. de) et M. Brousse. Prés. d'ouvr., 11.
Brunn (J. H.). Sur la prolongation en Grèce du Rupélien de la Région de Korça (Albanie), 101.
Bryozaires. P. A. Gillard, 158, 251.
Bureau (Louis). Nécrologie, 9.

C

Caillère (S.). Prés. d'ouvr., 165.
Cailleux (A.). Traces d'actions éoliennes périglaciaires quaternaires dans l'Amérique du Nord, 28. — Traces d'action du vent dans les dépôts du fond de la mer du Nord, 63. — Analyseur hydraulique pour sables, 92. — Actions éoliennes périglaciaires en France, 177. — Méthode d'étude de la morphologie des grains de sable, 224. — Comm. sur les actions éoliennes périglaciaires en Islande et en Europe septentr. 239.
Cailleux (H. Alimen et A. —). Sur un petit Bovidé quaternaire récemment découvert aux Moutiers (Loire-Inférieure), 239, **555** (pl. XXVI, 2. fig.)
Calcaire pisolithique. R. Soyer, **271**. — P. Lemoine, **283**. — Mme Paul Lemoine, **287**. — P. Marie, **289**.
Calpionelles. R. Laffitte, 113.
Calvados. A. Bigot, 425.
Cameroun. R. Van Aubel, **295**, **317**.
Carbonifère. G. Delépine et N. Menchikoff, **77**.
Carpathes. D. Andrusov, **434**. — V. Zoubek, **541**.
Carpentier (A.). Obs. sur les *Callipteris*, 50, **53** (pl. II et III).
Causses. H. Agalède, 232.
Cayeux (L.). Existence de Bactéries dans des roches sédimentaires anciennes, autres que les phosphates, 115.
Cévennes. H. Longchambon, 169.
Charente. A. Vatan, 131.
Chavan (A.). Prés. d'ouvr., 23. Remarques sur le terme *Miodon*, 122.
Chavan (A.) et M. Fischer. Sur une nouvelle Vénéricarde du Bartonien (1 fig.), 26.
Chaubet (M.-C.). Prés. d'ouvr., 207.
Choubert (B.). Prés. d'ouvr., 165.
Cizancourt (H. de). Conférence sur la Structure de l'Hindou-Kouch, 221.
Cizancourt (H. de), Mme H. de Cizancourt et H. Vautrin. Remarques sur la structure de l'Hindou-Kouch, **377**. (2 fig.).
Cizancourt (H. de), L. Migaux, F. Blondel et J. Filhol. Prés. d'ouvr., 192.
Clariond (J. Bondon et L. —). Prés. d'ouvr., 193.
Closas Miralles (J.). Prés. d'ouvr., 46.
Club Alpin Français. Prés. d'ouvr., 9.
Colom (G.). Prés. d'ouvr., 46.
Colonies de Barrande. J. Perner, **513**.
Comptabilité. Comptes de 1937 : **637**.
Comte (P.). Sur le Gedinnien de la Chaîne cantabrique, 154.
Corbin (P.) et N. Oulianoff. Prés. d'ouvr., 147. — Diorite à épidote provenant de la zone à enclaves basiques de la Charpoua (Massif du Mont-Blanc), 201, **329** (pl. XVII, XVIII et XIX).
Corroy (G.) Prés. d'ouvr., 22. — L'anticlinal du Cusancin, près Beaumes-les-Dames, 215.
Corroy (G.) et S. Fabre. Présence des Alvéolines dans le Turonien supérieur de Provence, 260.
Corroy (G.) et C. Gouvernet. Prés. d'ouvr., 113.

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

Corse. A. Antonini, 81. — E. Maury, 188.

Cottreau (J.). Un Stelléride de la craie de Meudon (S.-et-O.) [1 fig.], 78.

Courty (G.). De la valeur relative des horizons stampiens, 57.

Courty (G.) et L. Hamelin. Prés. d'ouvr., 47.

Crétacé. J. Flandrin, 35. — R. Abrard, 53. — L. Dubertret et H. Vautrin, 160. — S. Fabre, 203. — P. Hupé, 227. — M. Breistroffer, 250. — G. Denizot, **187**. — P. Marie, **257**.

Cristallophyllien. A. Demay, 98, 172.

Cruz y Diaz (Emiliano de la). Nécrologie, 163.

Cuvillier (J.). La série sédimentaire au Gebel Sharaouana (Haute-Egypte), 60. — Prés. d'ouvr., 165.

D

Daguin (F.). Prés. d'ouvr., 221. — Sur des échantillons de *Nipadites* du Calcaire de Blaye (Gironde), 222. — Sur des affleurements nummulitiques de la région de Caupenne (Landes), 238.

Dalloni (G. Bétier, J. Savornin, M. — J. Flandrin et L. Glangeaud). Obs. tectoniques sur la « zone du Flysch albo-aptien » dans la région littorale algéroise, 244.

Davis (A. Wrigley et A. G. —). Prés. d'ouvr., 192.

Deb (S.). Sur la découverte de microorganismes dans le Plaisancien des Alpes-Maritimes, 184. — Contribution à l'étude stratigraphique et pétrographique des roches tertiaires des Alpes-Maritimes, 256.

Dechaseaux (C.). Un curieux exemple de variabilité *d'Alectryonia Renoui* Coquand (2 fig.), 55. — Prés. d'ouvr., 147, 220, 236. — *Harpax spinosus* Sowerby et ses variétés *Parkinsoni* Bronn et *pectinoïdes* Lamarck, 160, **243** (pl. XVI, 5 fig.). — La structure endosiphonale à lamelles rayonnantes de quelques Orthocères (Note préliminaire), 168. — Au sujet de *Liogryphea arcuata*, var. *obliquata* Sow. et de *Liogryphea obliqua* Goldfuss, 258.

Delépine (G.) et N. Menchikoff. La faune des schistes carbonifères à *Proshumardites* de Haci Diab (Confins algéro-marocains du Sud), 72, **77** (pl. V, 13 fig.).

Delpey (G.). Note préliminaire sur le coquilles de Gastéropodes, 196. — Symbiose d'une Nérinée et d'un Hydrozoaire, 207, **353** (pl. XXII et XXIII). — Révision du genre *Microschiza* Gemmellaro, 231, **419** (4 fig.).

Demay (A.). Prés. d'ouvr., 10, 22, 238. — Sur l'âge des micaschistes et des gneiss de la partie nord-ouest du Massif Central dans la région de Châteauneuf-les-Bains et de Bromont, 98. — Sur le métamorphisme régressif ou diaphtorèse dans le Massif Central, 117. — Obs. à une comm. de M. H. Longchambon, 171. — Structure des complexes cristallophylliens et cristallins et tectonique profonde, 172. — Quelques remarques sur les gneiss d'injection des Cévennes septentrionales du Forez, du Rouergue et du Cantal, 211, **365**. — Sur la genèse du granite de Châteauneuf-les-Bains, au bord est du Massif de Guéret, 248.

Denizard (C^{dt}). Nécrologie, 140.

Denizot (G.). Prés. d'ouvr., 52, 113. Affleurements crétaciques, brèches tectoniques et brèches sédimentaires de la plaine d'Alès, 129, **187** (pl. XIII et XIV, 3 fig.).

Déribéré (M.). Prés. d'ouvr., 221, 238.

Derville (H.). Quelques détails d'obs. touchant les formes récifales de *Nubecularia*. 254, **631** (pl. XXXII).

Desio (A.). Prés. d'ouvr., 165.

Deux-Sèvres. G. Mathieu, **91**. — D. Le Maître, **105**.

Dévonien. M. D. Zalessky, **587**.

Doncieux (L.). Prés. d'ouvr., 147.

Doncieux (L. Picard et L. —). Sur la présence de l'Éocène supérieur-Oligocène inférieur avec *Nummulites incrassatus* de la Harpe en Palestine, 62.

Doncieux (L. Picard, L. — et M. Avnimelech). Sur l'existence d'un étage Libyen dans les environs de Maan (Transjordanie), 74.

Douvillé (Henri). Nécrologie, 21.

Dreyfuss (M.). Prés. d'ouvr., 207.

Dubertret (L.). Prés. d'ouvr., 147.

Dubertret (L.) et H. Vautrin. Sur la présence du Jurassique marin dans la région plissée palmyrénienne, 135. — Prés. d'ouvr., 147. — La coupe du sommet du Crétacé et de la base de l'Éocène au Djebel Tenf, dans le désert de Syrie, 160.

Dubois (G.). Prés. d'ouvr., 236.

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

DUBOIS (G.) et Mme C. —. Prés. d'ouvr., 237. — Étude paléobotanique de tourbières de la région parisienne, 246, **567** (pl. XXVII, 10 fig.).
DUBOIS (G.), H. BAULIG et E. ROTHÉ. Prés. d'ouvr., 237.
DUBOIS (G.) et F. FIRTION. Prés. d'ouvr., 237.
DUMONT (A.), Prés. d'ouvr., 23.
Durfort (Gard). V. STCHEPINSKY, **593**.

E

Écorce terrestre. MAILLES (Gal), **173**.
Égypte (Haute). J. CUVILLIER, 60.
EHRMANN (F.). Découverte de *Lepidodendron* et *Calamites* dans le Houillier de Chellata (Djurdjura oriental), 59.
EHRMANN (F.) et H. STRALLEN. Sur la présence du flysch crétacé inférieur dans la zone axiale de la chaîne calcaire du Djurdjura, 38.
Espagne. P. HUPÉ, 37. — P. COMTE, 154. — M. BLUMENTHAL, **9**.

F

FABRE (S.). Le « Banc des Lombards » près de Cassis-sur-Mer (Bouches-du-Rhône), 203.
FABRE (G. CORROY et S.—). Présence des Alvéolines dans le Turonien supérieur de Provence, 260.
FAUCHER (D.). Prés. d'ouvr., 46.
FAUCHEUX (P.). Prés. d'ouvr., 148.
FILHOL (H. DE CIZANCOURT, L. MIGAUX, F. BLONDEL et J. —). Prés. d'ouvr., 192.
FIRTION (F.). Prés. d'ouvr., 237.
FIRTION (G. DUBOIS et F. —). Prés. d'ouvr., 237.
FISCHER (A. CHAVAN et M. —). Sur une nouvelle Vénéricarde du Bartonien (1 fig.), 26.
FLANDRIN (J.). Sur la présence du Sénonien dans la chaîne calcaire kabyle, au Nord-Est de Palestro (Département d'Alger), 16. — L'Albo-Aptien de la région littorale kabyle entre Dellys et Port-Gueydon (Département d'Alger), 35.
FLANDRIN (G. BÉTIER, J. SAVORNIN, M. DALLONI, J. — et L. GLANGEAUD). Obs. tectoniques sur la « zone du Flysch albo-aptien » dans la région littorale algéroise, 244.
Foraminifères. P. MARIE, **257**, **289**. — H. DERVILLE, **631**.
FRANC DE FERRIÈRE (G. LAFFORGUE, C. E. RIEDEL et J. —). Prés d'ouvr., 221.
FREY (J. BONDON et R.—). Sur la substitution de minerai de manganèse aux rhyolites cambriennes dans la région de Tiouine (Sud Marocain), 201.
FREY (B. YOVANOVITCH et R. —). Roches nouvellement découvertes à Camp-Berteaux (Maroc oriental), 102.
FROLLO (Mlle M.). Prés. d'ouvr., 112.
FURON (R.). Découverte des calcaires ouralo-permiens à Fusulines dans la vallée du Hablé Roud (Elbourz méridional, Perse), 128.
Fusulinelles. J. PFENDER, **119**.
Fusulines. R. FURON, 128.

G

GAGNEBIN (E.). Prés. d'ouvr., 194.
GARDE (G.). Les formations alluviales et les conglomérats trachytiques de la vallée de l'Allier, 231.
Gastéropodes. G. DELPEY, **419**. — A. BIGOT, **425**.
Gédinnien. P. COMTE, 154. — N. MENCHIKOFF, 180.
GÉRARD (Col Ch.). Prés. d'ouvr., 24. — Note sur le genre d'Ammonites : *Haplopleuroceras*, 251, **623** (pl. XXX et XXXI).
Gers. L. MENGAUD, 252.
GÈZE (B.). Obs. sur le volcanisme dans la région de Montpellier, 261.
GIBOULET (H. PLATEAU, G. — et E. ROCH). Sur la présence d'empreintes de Dinosauriens dans la région de Demnat (Maroc), 241.
GIGNOUX (M.). Stratigraphie de la zone du Briançonnais aux environs de La Roche de Rame (Hautes-Alpes), 89. — Notice nécrologique à la mémoire du général L. DE LAMOTHE, 146.
GIGNOUX (M.) et M. AVNIMELECH. Genèse de roches sédimentaires bréchoïdes par « intrusion et éclatement », 49, **27** (pl. I).
GIGNOUX (M.) et L. MORET. Sur l'extension des lagunes purbeckiennes dans le Sud-Est de la France, 116. — Nouvelles observations sur le Flysch de l'Embrunais, rive droite de la Durance, près de Saint-Clément (Hautes-Alpes), 208. — Nouvel indice de l'existence du Jurassique moyen dans les Alpes-Maritimes à l'Est du Var inférieur, 221.
GIGOUT (M.). Prés. d'ouvr., 111. — Sur l'Antécambrien des Oueds Zat et Rdat en Pays Glaoua (Haut-Atlas de Marrakech), 195. — Sur la rhyo-

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

lite du Jebel Bou-Ourioul (Haut-Atlas marocain), 210.
GILLARD (P. A.). Sur les Bryozoaires crétacés du Centre-Ouest de la France, 158. — Sur la présence du genre *Diastopora* LMK. dans le Lias supérieur de Ligugé (Vienne), 251.
GILLET (S.). Prés. d'ouvr., 236.
Gironde. F. DAGUIN, 222.
Givétien. G. MATHIEU, **91**. — D. LE MAÎTRE, **105**.
Glaciaire. A. CAILLEUX, 28, 177.
Glaciers. P. HUPÉ, 12.
GLANGEAUD (L.). Le rôle paléogéographique de la Kabylie du Djurdjura pendant le Secondaire, 65. — Prés. d'ouvr., 164. — Sur la stratigraphie du Doui (Algérie), 166.
GLANGEAUD (G. BÉTIER, J. SAVORNIN, M. DALLONI, J. FLANDRIN et L. —). Obs. tectoniques sur la « zone du Flysch albo-aptien » dans la région littorale algéroise, 244.
GLANGEAUD (L.) et RÉGNER. Prés. d'ouvr., 164.
GLANGEAUD (L.) et R. SAUGNAC. Prés. d'ouvr., 164.
GOBY (Paul). Nécrologie, 220.
GOGUEL (J.). Prés. d'ouvr., 147, 192.
GOGUEL (J.), A. LANQUINE et A. F. DE LAPPARENT. Prés. d'ouvr., 192.
GOLOUBINOW (R.). Prés. d'ouvr., 148.
GOUVERNET (G. CORROY et C. —). Prés. d'ouvr., 113.
GOUX. Nécrologie, 140.
Granite. P. HUPÉ, 121. — A. DEMAY, 248.
Granulométrie. J. BOURCART, 49. — A. RIVIÈRE, 76. — A. CAILLEUX, 92, 224.
Grèce. J.-H. BRUNN, 101.
GRENIER (René). Nécrologie, 77.
GUBLER (J.). Prés. d'ouvr., 195.
GUBLER-WAHL (Y.). Sur une interprétation tectonique nouvelle du Chapeau de Gendarme (Basses-Alpes), 257.

H

HAMELIN (G. COURTY et L. —). Prés. d'ouvr., 47.
HATT (J.-P.). Prés. d'ouvr., 237.
Haut-Aragon. P. HUPÉ, 12.
Hautes-Alpes. C. PUSSENOT, 106, 124. — M. GIGNOUX et L. MORET, 208.
Hérault. R. ALLÉGRÉ, 254. — B. GÈZE, 261.
Hindou-Kouch. H. DE CIZANCOURT, Mme H. DE CIZANCOURT et H. VAUTRIN, **377**.
Houiller. F. EHRMANN, 59.
HOURCQ (V.). Prés. d'ouvr., 194.
HOURCQ (H. BESAIRIE et V. —). Prés. d'ouvr., 193.
HUPÉ (P.). Les anciens glaciers entre Plan et Seira (Haut-Aragon), 12. — Les contacts anormaux depuis le flanc NE du Cotiella jusqu'à la vallée de l'Esera (Aragon), 37. — Sur l'âge du massif granulitique du Camp de César près de Bagnères-de-Bigorre, 121. — Les brèches urgo-aptiennes à l'Est de Bagnères-de-Bigorre, 227.
HUPIER (Charles). Nécrologie, 51.
HÜRZELER (J. VIRET et J. —). — Sur l'âge de la faune de Mammifères de Pyrimont Challonges, 90, **129** (1 fig.).

J

JACQUET (F.). Sur la structure du Sahara mauritanien, **3** (1 carte), 12. — Prés. d'ouvr., 148. — Nécrologie, 219.
JEANNEL. Conférence sur les conclusions paléogéographiques auxquelles conduit l'étude de la répartition des faunes des Coléoptères hypogés, 70.
JOLEAUD (L.). Prés. d'ouvr., 69. Rapport sur l'attribution du prix Fontannes à M. H. TERMIER, 143.
JUNG (J.). Sur la présence de bogheads à *Pila* dans le bassin houiller du Reyran (Var), 173.
JUNG (J.) et O. VACHIAS. Sur la nature volcanique du complexe des Cornes vertes dans le Forez et la Montagne Bourbonnaise, 81.
Jura. G. CORROY, 215.
Jurassique. P. URBAIN, 24. — A. VATAN, 131. — L. DUBERTRET et H. VAUTRIN, 135. — H. SCHOELLER, 156. — P. RUSSO, 198. — M. GIGNOUX et L. MORET, 221. — H. AGALÈDE, 232. — A. BIGOT, **425**.

K

KELLER (A.). Prés. d'ouvr., 147.
KETTNER (Radim). L'évolution tectonique du Barrandien, **459** (pl. D, 1 tableau).
KILIAN (C.). Prés. d'ouvr., 10.
KOLIHA (Jan). Sur le Trémadocien et l'Arénigien inférieur en Bohême, **477** (1 tableau).
KOSACK (Hans-Peter). Prés. d'ouv., 194.
KOWALSKI (J.). Prés. d'ouvr., 10.
KROKSTRÖM (Torsten). Prés. d'ouvr., 97.

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

L

LAFFITTE (R.). Sur les Calpionelles en Algérie, 113. — Obs. à une comm. de M. R. SOYER, **282.**

LAFFARGUE (G.), C. E. RIEDEL et J. FRANC DE FERRIÈRE. Prés. d'ouv., 221.

LAMARE (P.). Sur quelques ouvrages peu connus de Palassou, relatifs aux Pyrénées, 72. — Prés. d'ouvr., 111.

LAMBERT (R.), Prés. d'ouvr., 148.

Lamellibranches. C. DECHASEAUX, **243.**

LAMOTHE (G^{al} DE). Nécrologie, 140. — Notice nécrologique par M. GIGNOUX, 146, **203.**

LAMOUCHE (C^{el}). Nécrologie, 77.

Landes. F. DAGUIN, 238.

LANQUINE (A.). Prés. d'ouvr., 191.

LANQUINE (J. GOGUEL, A. — et A. F. de LAPPARENT). Prés. d'ouvr., 192.

LAPPARENT (A. F. DE). Nummulites remaniées, 47. — Obs. à une communicatiou de M. P. BELLAIR, 247.

LAPPAPENT (J. GOGUEL. A. LANQUINE et A. F. DE —). Prés. d'ouvr., 192.

LAPPARENT (P. LORY et A. F. DE —). Remarque sur le Nummulitique du Dévoluy et du Champsaur, 211, **359** (1 fig.).

LAPPARENT (J. DE). Prés. d'ouvr., 51. — Sur un phosphate graveleux de la région pré-tassilienne, aux confins du Tidikelt et du Mouydir (Sahara), 104. — Sur l'origine des Bentonites de l'Afrique du Nord, 126.

LARMINAT (Chanoine DE). Nécrologie, 140.

LEGOUX (P.). Prés. d'ouvr., 148.

LE MAÎTRE (D.). Étude de la faune corallienne des calcaires givétiens de la Ville-Dé-d'Ardin (Deux-Sèvres), 72, **105** (pl. VII, VIII, IX et X). — Prés. d'ouvr., 111.

LEMOINE (P.). Allocution, 4, 139. — L'âge et les conditions de dépôt du Calcaire pisolithique, 166, **283.**

LEMOINE (M^{me} P.). Les algues calcaires du calcaire pisolithique, leurs enseignements stratigraphiques, 166, **287.**

LERICHE (M.). Sur l'Yprésien marin des Bassins anglais, belge et parisien, et sur les Sables d'Aeltre, 229.

Lias. A. BONTE, 174. — V. STCHEPINSKY, **593.**

LIEVIN (B. YOVANOVITCH et H. DE —). Prés. d'ouvr., 23.

LILLIE (A.). Prés. d'ouvr., 165.

LOMBARD (A.). Prés. d'ouvr., 112.

LONGCHAMBON (H.). Structure des Cévennes au niveau de Largentière et sa représentation cartographique. Métamorphisme syntectonique, 169 [Obs. de MM. A. DEMAY et L. BERTRAND], 171.

LORY (P.). Sur les terminaisons méridionales de la chaîne de Belledone, 91. — Prés. d'ouvr., 207.

LORY (P.) et A. F. DE LAPPARENT. Remarque sur le Nummulitique du Dévoluy et du Champsaur, 211, **359** (1 fig.)

M

Madagascar. J. PIVETEAU, 42.

MAILLES (G^{al}). Réflexions d'ordre géophysique sur la constitution et les mouvements de l'écorce terrestre, 166. **173.**

MAINGUY (M.). La transgression nummulitique à l'W du Mercantour, 224, **401** (2 fig.).

MALAVOY (J.). Prés. d'ouvr., 148.

MALLADRA (A.). Prés. d'ouvr., 112.

Mammifères. J. VIRET et J. HÜRZELER, **129.** — H. ALIMEN et A. CAILLEUX, **555.**

Manganèse. J. BONDON et R. FREY, 201.

MANSUY (H.). Nécrologie, 191.

MARCET RIBA. Prés. d'ouvr., 46.

MARGERIE (Emm. DE). Prés. d'ouvr., 110, 164.

MARIE (P.). Prés. d'ouvr., 23. Deux niveaux distingués à l'aide des Foraminifères dans le Maestrichtien du Bassin de Paris, 160, **257.** — Obs. à une comm. de M. R. SOYER, **281.** — Sur la faune de Foraminifères du calcaire pisolithique du Bassin de Paris, 166, **289.**

Maroc. J. BOURCART, 79, 242. — B. YOVANOVITCH et R. FREY, 102. — J. BONDON, 151. — C. ARAMBOURG, 183. — M. GIGOUT, 195, 210. — P. RUSSO, 198, 225, **163.** — J. BONDON et R. FREY, 201. — H. PLATEAU, G. GIBOULET et E. ROCH, 241. — G. DELÉPINE et N. MENCHIKOFF, **77.**

MARTIN (Chanoine J.-B.). Nécrologie, 9.

MARTY (P.), L. PITON et N. THÉOBALD. Prés. d'ouvr., 193.

Massif Central. J. JUNG et O. VACHIAS, 81. — A. DEMAY, 98, 117, 248, **365.**

MATHIEU (G.). Prés. d'ouvr., 10, 77, 97. — Le gisement et la faune des marbres givétiens de la Ville-Dé-d'Ar-

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

din (Deux-Sèvres), 72, **91** (pl. VI, 3 fig.).

MAURY (E.). Sur une terrasse marine de la côte sud-ouest de la Corse, 188.

MAZENOT (F. ROMAN et G. —). Découverte d'une faune pyriteuse d'âge tithonique supérieur aux environs de Chomérac (Ardèche), 105, **179** (1 fig.).

MENCHIKOFF (N.). Sur la présence du Gédinnien dans la région de la Saoura (Sahara occidental), 180.

MENCHIKOFF (G. DELÉPINE et N. —). La faune des schistes carbonifères à *Proshumardites* de Haci Diab (confins algéro-marocains du Sud), 72, **77** (pl. V, 13 fig.).

MENGAUD (L.). Forage artésien de Vic-Fezensac (Gers), 252. [Obs. de M. L. MORELLET], 254.

MENGAUD (L.) et F. M. BERGOUNIOUX. Sur le gisement à *Platychelys Courrenti* BERG. de Saint-Jean-de-Barrou (Aude), 239.

MENGEL (O.). Encore un mot sur le « pertuis de Lamanon », 186.

MERCIER (J.). Prés. d'ouvr., 88.

Métamorphisme. A. DEMAY, 117. — H. LONGCHAMBON, 169.

MICHEL-LÉVY (A.). Luminosités très brèves et de grande intensité dans les explosions volcaniques et dans la détonation des explosifs, 11. — Éléments du socle cristallophyllien remaniés en galets dans le conglomérat de base du Viséen près de Létra (vallée de l'Azergue, Rhône), 52.

MIGAUX (H. DE CIZANCOURT, L. — F. BLONDEL et J. FILHOL). Prés. d'ouvr., 192.

MONESTIER (Joseph). Nécrologie, 140.

Montagne Noire. M. THORAL, 40, 215.

MORELLET (L.). Le problème du synchronisme des assises de l'Éocène inférieur dans les bassins anglais, parisien et belge, 197. — A propos du « London Clay », 211. — Obs. à une comm. de M. L. MENGAUD, 254.

MORELLET (L. et J.). Confirmation de l'existence du niveau cuisien d'Hérouval à Liancourt-Saint-Pierre (Oise), 83. — Contribution à l'étude de la faune bartonienne du bassin de Paris (II), 157.

MORELLET (R. ABRARD et L. —). Sur la présence de *Nummulites aquitanicus-girondicus* BENOIST dans le Lutétien d'Angleterre, 133.

MORET (M. GIGNOUX et L. —). Sur l'extension des lagunes purbeckiennes dans le Sud-Est de la France, 116. — Nouvelles observations sur le Flysch de l'Embrunais, rive droite de la Durance, près de Saint-Clément (Hautes-Alpes), 208. — Nouvel indice de l'existence du Jurassique moyen dans les Alpes-Maritimes à l'Est du Var inférieur, 221.

MOROSAN (J. SIMIONESCU et N. —). Prés. d'ouvr., 194.

MOURET (G.). Nécrologie, 141.

Montiers (Loire-Inférieure). H. ALIMEN et A. CAILLEUX, **555**.

N

Nécrologie. L. BUREAU, J. B. MARTIN, 9. — H. DOUVILLÉ, 21. — G. RAMOND GONTAUD, 22. — C. HUPIER, 51. — R. GRENIER, Cel LAMOUCHE, Dom A. VALETTE, 77. — E. DE LA CRUZ Y DIAZ, 163. — L. RAVENEAU, J. WOLDRICH, N. ZOLOTOFF, H. MANSUY, 191. — F. JACQUET, 219. — P. GOBY, 220. — P. PETITCLERC, 235.

NEGRI (L.). Prés. d'ouvr., 194.

Notice Nécrologique. J. BLAYAC, **209**.

Nouvelles-Hébrides. E. AUBERT DE LA RÜE, 149.

Nummulites. A. F. DE LAPPARENT, 47. — R. ABRARD et L. MORELLET, 133. — G. ASTRE, **347**.

Nummulitique. L. PICARD et L. DONCIEUX, 62. — L. PICARD, L. DONCIEUX et M. AVNIMELECH, 74. — L. et J. MORELLET, 83, 157. — D. SCHNEEGANS, 83. — J.-H. BRUNN, 101. — L. DUBERTRET et H. VAUTRIN, 160. — L. MORELLET, 197, 211. — J. VIRET, 199. — M. LERICHE, 229. — F. DAGUIN, 238. — P. LORY et A. F. DE LAPPARENT, **359**. — M. MAINGUY, **401**.

O

Ordovicien. M. THORAL, 40. — B. BOUCEK, **439**.

ORLOV (Alexandr). La pétrologie du massif éruptif de la Bohême centrale, **497**.

Othe (Pays d' —). C. ROUYER, **35**.

OULIANOFF (P. CORBIN et N. —). Prés. d'ouvr., 147. — Diorite à épidote provenant de la zone à enclaves basiques de la Charpoua (Massif du Mont-Blanc), 201, **329** (pl. XVII, XVIII et XIX).

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

P

Paléobotanique. F. Daguin, 222. — A. Carpentier, **53**. — F. Quiévreux et E. M. Reid, **231**. — G. Dubois et Mme C. Dubois, **567**. — M. D. Zalessky, **587**.

Paléogéographie. L. Glangeaud, 65. — J. Piveteau, 70.

Paléontologie. A. Chavan et M. Fischer, 26. — G. Astre, 30. — J. Piveteau, 42. — C. Dechaseaux, 55, 168, 258. — J. Cottreau, 78. — A. Chavan, 122. — G. Delpey, 196.

Paléozoïque. L. Barrabé, 99. — J. Bondon, 151. — M. Gigout, 210.

Palestine. L. Picard et L. Doncieux, 62. — M. Avnimelech, 213.

Pannekoek (A. J.). Prés. d'ouvr., 46.

Parent (H.). Couches saumâtres et calcaires à Alvéolines dans le Turonien supérieur de Sainte-Anne d'Evenos (Var), 251, **615** (pl. XXIX, 1 fig.).

Péneau (J.). Rectification à propos des Insectes siluriens, 12.

Perner (Jaroslav). Les « Colonies de Barrande », **513**.

Perrin (R.) et M. Roubault. Prés. d'ouvr., 192.

Perse. R. Furon, 128.

Petitclerc (Paul). Nécrologie, 235.

Pétrographie. P. Urbain, 24. — J. Jung et O. Vachias, 81. — B. Yovanovitch et R. Frey. 102. — J. de Lapparent, 126. — J. Jung, 173. — M. Gignoux et M. Avnimelech, **27**. — H. Alimen et A. Vatan, **141**. — P. Cobbin et N. Oulianoff, **329**. — P. Urbain, **341**. — A. Demay **365**. — A. Orlov, **497**.

Pfender (J.). Sur la présence de Fusulinelles dans le Dinantien du Sahara, 119. — Prés. d'ouvr., 147. — A propos du Purbeckien du SE de la France, 181. — Obs. sur le Calcaire à Alvéolines récolté par M. H. Parent, **620**.

Phosphates. J. de Lapparent, 104. — C. Arambourg, 183.

Picard (L.). Prés. d'ouvr., 194.

Picard (L.) et L. Doncieux. Sur la présence de l'Éocène supérieur-Oligocène inférieur avec *Nummulites incrassatus* de la Harpe en Palestine, 62.

Picard (L.), L. Doncieux et M. Avnimelech. Sur l'existence d'un étage Libyen dans les environs de Maan (Transjordanie), 74.

Piétresson de Saint-Aubin (J.). Le plifaille des Riceys et la faille de Champignol, 17.

Piton (P. Marty, L. — et N. Théobald). Prés. d'ouvr., 193.

Piton (N. Théobald et L. —). Les Poissons tertiaires de Céreste (Basses-Alpes), 66, **69** (pl. IV).

Piveteau (J.). Remarques sur les Poissons du Trias inférieur de Madagascar appartenant à la famille des Paléoniscidés, 42. — Note préliminaire sur un Reptile Thérapsidé d'Indochine et sa signification paléogéographique, 70.

Plateau (H.), G. Giboulet et E. Roch. Sur la présence d'empreintes de Dinosauriens dans la région de Demnat (Maroc), 241.

Pliocène. J. Bourcart, 79. — S. Deb, 184. — G. Astre, **347**.

Poissons. N. Théobald et L. Piton, **69**.

Poitou. P.A. Gillard, 158, 251.

Polypiers. J. Alloiteau, 85.

Ponte (G.). Prés. d'ouvr., 112.

Prix. H. Termier, 142.

Provence. G. Corroy et S. Fabre, 260.

Pruvost (P.) et G. Waterlot. Prés. d'ouvr., 23.

Purbeckien. M. Gignoux et L. Moret, 116. — J. Pfender, 181.

Pussenot (C.). Sur l'inexistence d'une zone subbriançonnaise dans la fenêtre de l'Argentière (Hautes-Alpes) et plus au Sud, 106. — Y a-t-il une nappe du Flysch entre Vallouise et Réotier (Hautes-Alpes), 124.

Pyrénées. P. Lamare, 72. — P. Hupé, 121, 227. — G. Astre, **59**.

Q

Quaternaire. A. Cailleux, 28, 63. — G. Astre, 30, **59**. — A. Antonini, 81. — A. Vatan, 179, — E. Maury, 188. — H. Alimen et A. Cailleux, **555**.

Quiévreux (F.) et E. M. Reid. Contribution à l'étude paléontologique du niveau fossilifère de la couche inférieure de potasse d'Alsace — Graines fossiles, 152, **231** (pl. XV, 2 fig.).

R

Radiolarites. D. Andrusov, 31.

Raguin (E.). Prés. d'ouvr., 165.

Ramond Gontaud (Georges). Nécrologie, 22.

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

RAVENEAU (Louis). Nécrologie, 191.
RAYNER (Dorothy H.). Prés. d'ouvr., 70.
RÉGNER (L. GLANGEAUD et —). Prés. d'ouvr., 164.
REID (F. QUIÉVREUX et E. M. —). Contribution à l'étude paléontologique du niveau fossilifère de la couche inférieure de potasse d'Alsace. — Graines fossiles, 152, **231** (pl. XV, 2 fig.).
RENOUARD (G.). Prés. d'ouvr., 237.
Reptiles. J. PIVETEAU, 70. — H. PLATEAU, G. GIBOULET et E. ROCH, 241.
Réunion extraord. en Tchécoslovaquie. F. BLONDEL, 433. — D. ANDRUSOV, 434. — B. BOUČEK, 439. — R. KETTNER, 459. — J. KOLIHA, 477. — A. ORLOV, 497. — J. PERNER, 513. — F. SLAVIK, 527. — V. ZOUBEK, 541.
REY-PASTOR (A.). Prés. d'ouvr., 46.
Rhône. A. MICHEL-LÉVY, 52.
ROTHÉ (G. DUBOIS, H. BAULIG et E. —). Prés. d'ouvr., 237.
RIEDEL (G. LAFFORGUE, C. E. — et J. FRANC DE FERRIÈRE). Prés. d'ouv., 221.
RIVIÈRE (A.). Granulométrie des sédiments sableux. Compléments, 76. — Prés. d'ouvr., 88, 112, 220.
ROCH (H. PLATEAU, G. GIBOULET et E. —). Sur la présence d'empreintes de Dinosauriens dans la région de Demnat (Maroc), 241.
ROMAN (F.). Prés. d'ouvr., 10, 112.
ROMAN (F.) et Mlle J. BOUCHER. Prés. d'ouvr., 11.
ROMAN (F.) et G. MAZENOT. Découverte d'une faune pyriteuse d'âge tithonique supérieur aux environs de Chomérac (Ardèche), 105, **179** (1 fig.).
ROTHÉ (J.-P.). Prés. d'ouvr., 97.
ROUBAULT (M.). Nouvelles obs. sur le Djebel Filfila (Département de Constantine, Algérie), 176.
ROUBAULT (R. PERRIN et M. —). Prés. d'ouvr., 192.
ROUYER (C.). Le Pays d'Othe (tectonique d'ensemble, craie turonienne, cailloutis à silex), 50, **35** (3 fig.).
RUSSO (P.). Prés. d'ouvr., 23, 47. Le Djebel Lakhdar et le terrain des Gour (Maroc oriental), 105, **163**. — Le Vésulien du Djebel Tendrara (Maroc oriental), 198. — Obs. nouvelles sur l'estuaire du Bou Regreg, 225.

S

SACCO (F.). Prés. d'ouvr., 47.
Sahara. J. DE LAPPARENT, 101. — J. PFENDER, 119. — N. MENCHIKOFF, 180. — F. JACQUET, **3**.
SAUGNAC (L. GLANGEAUD et R. —). Prés. d'ouvr., 164.
SAVORNIN (A.) et H. BESAIRIE. Prés. d'ouvr., 193.
SAVORNIN (G. BÉTIER, J. —, M. DALLONI. J. FLANDRIN et L. GLANGEAUD). Obs. tectoniques sur la « zone du Flysch albo-aptien », dans la région littorale algéroise, 244.
SCHLUMBERGER (Conrad). Nécrologie, 141.
SCHMIDT (Martin). Prés. d'ouvr., 47.
SCHNEEGANS (D.). La Sédimentation du Flysch des Nappes de l'Ubaye-Embrunais, 83.
SCHŒLLER (H.). Présence de Jurassique au SW de Kairouan (Tunisie), 156.
SÉNESSE (P.). Prés. d'ouvr., 113.
Sénonien. J. FLANDRIN, 16.
Silurien. J. PÉNEAU, 12. — J. KOLIHA, **477**.
SIMIONESCU (I.) et N. MOROSAN. Prés. d'ouvr., 194.
SLAVIK (František). — L'activité volcanique dans le Barrandien, **527**.
Slovaquie D. ANDRUSOV, 31, 153.
SOYER (R.). Prés. d'ouvr., 148, 221. Nouveaux gisements de calcaire pisolithique à l'W et au Sud de Paris, 166, **271** (1 fig.).
Stampien. G. COURTY, 57. — H. ALIMEN et A. VATAN, **441**.
STAUB (R.). Sur les racines des Nappes valaisannes et grisonnes entre la Valtelline, le Tessin et l'Ossola, 14. — Nouvelles remarques sur les racines tessinoises des environs de Bellinzone, 33. — La structure des Alpes entre Savone et Gênes, 129.
STCHEPINSKY (V.). Le Lias de Durfort (Gard), 248, **593** (pl. XXVIII, 24 fig.).
STEFANINI (G.). Prés. d'ouvr., 112.
STRALLEN (F. EHRMANN et H. —). Sur la présence du flysch crétacé inférieur dans la zone axiale de la chaine calcaire du Djurdjura, 38.
Stratigraphie. M. GIGNOUX, 89. — L. GLANGEAUD, 166. — B. BOUČEK, **439**.
Suisse. R. STAUB, 14, 33.
Symbiose. G. DELPEY, **353**.
Syrie. L. DUBERTRET et H. VAUTRIN, 135, 160.

T

Tchécoslovaquie. F. BLONDEL, **433**. — D. ANDRUSOV, **434**. — B. BOUČEK,

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

439. — R. KETTNER, **459.** — J. KOLIHA, **477.** — A. ORLOV, **497.** — J. PERNER, **513.** — F. SLAVIK, **527.** — V. ZOUBEK, **541.**

Tectonique. R. STAUB, 14, 33. — P. HUPÉ, 37. — C. PUSSENOT, 106, 124. — R. STAUB, 129. — D. ANDRUSOV, 153. — A. DEMAY, 172. — M. GIGNOUX et L. MORET, 208. — G. BÉTIER, J. SAVORNIN, M. DALLONI, J. FLANDRIN, L. GLANGEAUD. 244. — Y. GUBLER-WAHL, 257. — M. BLUMENTHAL, **9.** — R. KETTNER, **459.**

TEILHARD DE CHARDIN (P.). Prés. d'ouvr., **194.**

TEILHARD DE CHARDIN (H. DE TERRA et P. —). Prés. d'ouvr., 51.

TEILHARD DE CHARDIN (P.) et YANG Kieh. Prés. d'ouvr., 195.

TERMIER (H.). Remerciements pour l'attribution du prix Fontannes, 145.

TERRA (H. DE) et P. TEILHARD DE CHARDIN. Prés. d'ouvr., 51.

THÉOBALD (N.). Prés. d'ouvr., 45, 193.

THÉOBALD (P. MARTY, L. PITON et N. —). Prés. d'ouvr., 193.

THÉOBALD (N.) et L. PITON. Les Poissons tertiaires de Céreste (Bses-Alpes), 66, **69** (pl. IV).

THORAL (M.). Nouvelles obs. sur le Caradoc (Ordovicien supérieur) de la Montagne Noire, 40. — Notice nécrologique à la mémoire de Joseph BLAYAC, 146, **209** (1 portrait). — Age et faune des dolomies dévoniennes de la Montagne Noire (Hérault), 215.

Tithonique. M. BREISTROFFER, 18. — F. ROMAN et G. MAZENOT, **179.**

Tortues. L. MENGAUD et F. M. BERGOUNIOUX, 239.

Tourbières. G. DUBOIS et Mme C. DUBOIS, **567.**

Transjordanie. L. PICARD, L. DONCIEUX et M. AVNIMELECH, 74.

Trias. J. PIVETEAU, 42.

Tunisie. M. BREISTROFFER, 18. — H. SCHOELLER, 156.

Turonien. H. PARENT, **615.**

U

Ubaye. D. S. SCHNEEGANS, 83.

URBAIN (P.). Prés. d'ouvr., 22, 88. — Étude pétrographique des principaux termes plastiques de la série liasojurassique du Calvados, 24. — Texture microscopique des roches argileuses, 198, **341** (pl. XX et XXI, 1 fig.).

V

VACHIAS (J. JUNG et O. —). Sur la nature volcanique du complexe des Cornes vertes dans le Forez et la Montagne Bourbonnaise, 81.

Val d'Aren. J. PFENDER, **620.**

VALETTE (Dom Aurélien). Nécrologie, 77.

VAN AUBEL (R.). Contribution à l'étude géologique du Cameroun sud-oriental et des territoires limitrophes du Moyen Congo, 92. — Obs. géologiques dans la partie camerounienne du pays baya (Cameroun orient.), 129, **317** (1 fig.).

Var. J. JUNG, 173. — P. BELLAIR, 246. — H. PARENT, **615.**

VATAN (A.). Position probable des argiles de Roumazières (Charente), 131. — Sur la présence de sables éoliens sur la bordure SE de la Sologne, 179.

VATAN (H. ALIMEN et A. —). Contribution à l'étude pétrographique des sables stampiens, 98, **141**, (pl. XI et XII, 3 fig., 4 tab.).

VAUFREY (R.). Prés. d'ouvr., 220.

VAUTRIN (H.). Prés. d'ouvr., 147.

VAUTRIN (H. DE CIZANCOURT, Mme H. de CIZANCOURT et H. —). Remarques sur la structure de l'Hindou-Kouch, **377** (2 fig.).

VAUTRIN (L. DUBERTRET et H. —). Sur la présence du Jurassique marin dans la région plissée palmyrénienne, 135. — Prés. d'ouvr., 147. — La coupe du sommet du Crétacé et de la base de l'Éocène au Djebel Tenf, dans le désert de Syrie, 160.

VIALOV (O. S.). Prés. d'ouvr., 77.

VINCIENNE (H.). Prés. d'ouvr., 112.

VIRET (J.). Y a-t il une lacune dans le Stampien du Bassin de Paris, 199.

VIRET (J.) et J. HÜRZELER. Sur l'âge de la faune de Mammifères de Pyrimont-Challonges, 90, **129** (1 fig.).

Viséen. A. MICHEL-LÉVY, 52.

Volcanisme. A. MICHEL-LÉVY, 11. — E. AUBERT DE LA RÜE, 149. — B. GÈZE, 261. — F. SLAVIK **527.**

W

WATERLOT (P. PRUVOST et G. —). Prés. d'ouvr., 23.

WEGENER (A.). Prés. d'ouvr., 228.

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

Woldrich (Joseph). Nécrologie, 191.
Wrigley (A.) et A. G. Davis. Prés. d'ouvr., 192.

Y

Yang (P. Teilhard de Chardin et Kieh —). Prés. d'ouvr., 195.
Yovanovitch (B.). Prés. d'ouvr., 23.
Yovanovitch (B.) et R. Frey. Roches nouvellement découvertes à Camp-Berteaux (Maroc oriental), 102.
Yovanovitch (B.) et H. de Liévin. Prés. d'ouvr., 23.

Z

Zalessky (D.). Sur deux végétaux nouveaux du Dévonien supérieur, 227, **587** (8 fig.).
Zolotoff (N.). Nécrologie, 191.
Zoubek (Vladimir). Le cristallin des Carpathes tchécoslovaques, **541**.
Zujovic (Jovan). Nécrologie, 141.

DATES DE PUBLICATION

des fascicules qui composent ce volume.

Fascicules	1-2-3	(Feuilles	1-8, pl. I-X)	Août 1937
—	4-5-6	(—	9-20, pl. XI-XVI)	Novembre 1937
—	7	(—	21-27, pl. XVII-XXV)	Avril 1938
—	8	(—	28-35, pl. A. B. C. D.)	Avril 1938
—	9	(—	36-42, pl. XXVI-XXXII)	Juillet 1938

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

1

3

4

5

2

6

9

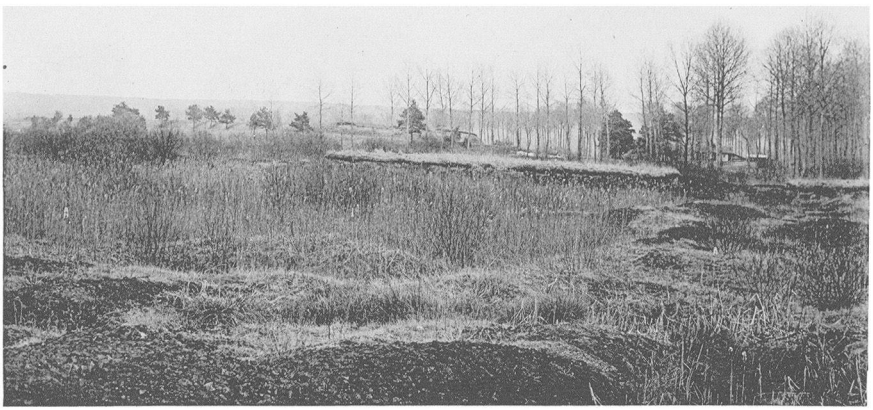
8

10

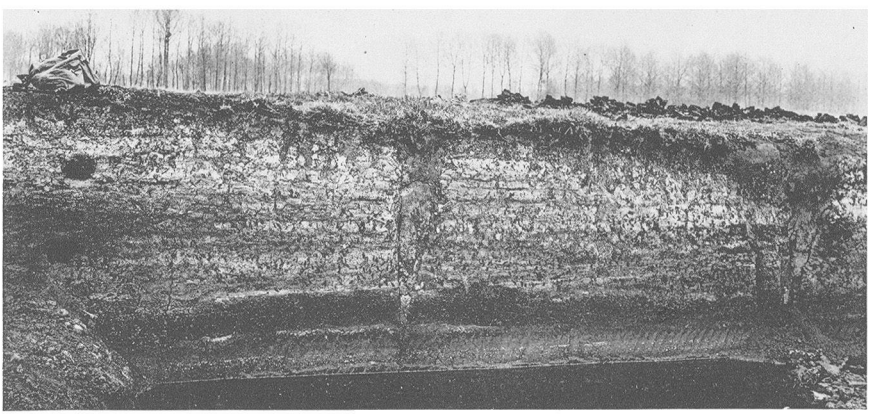
7

Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

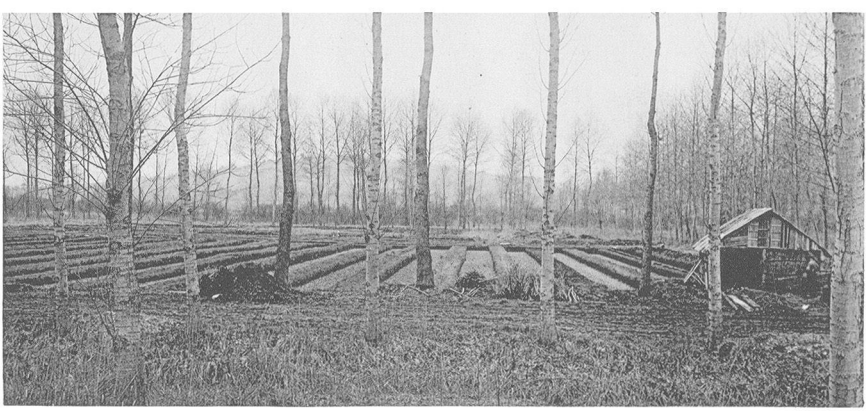
Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC



1

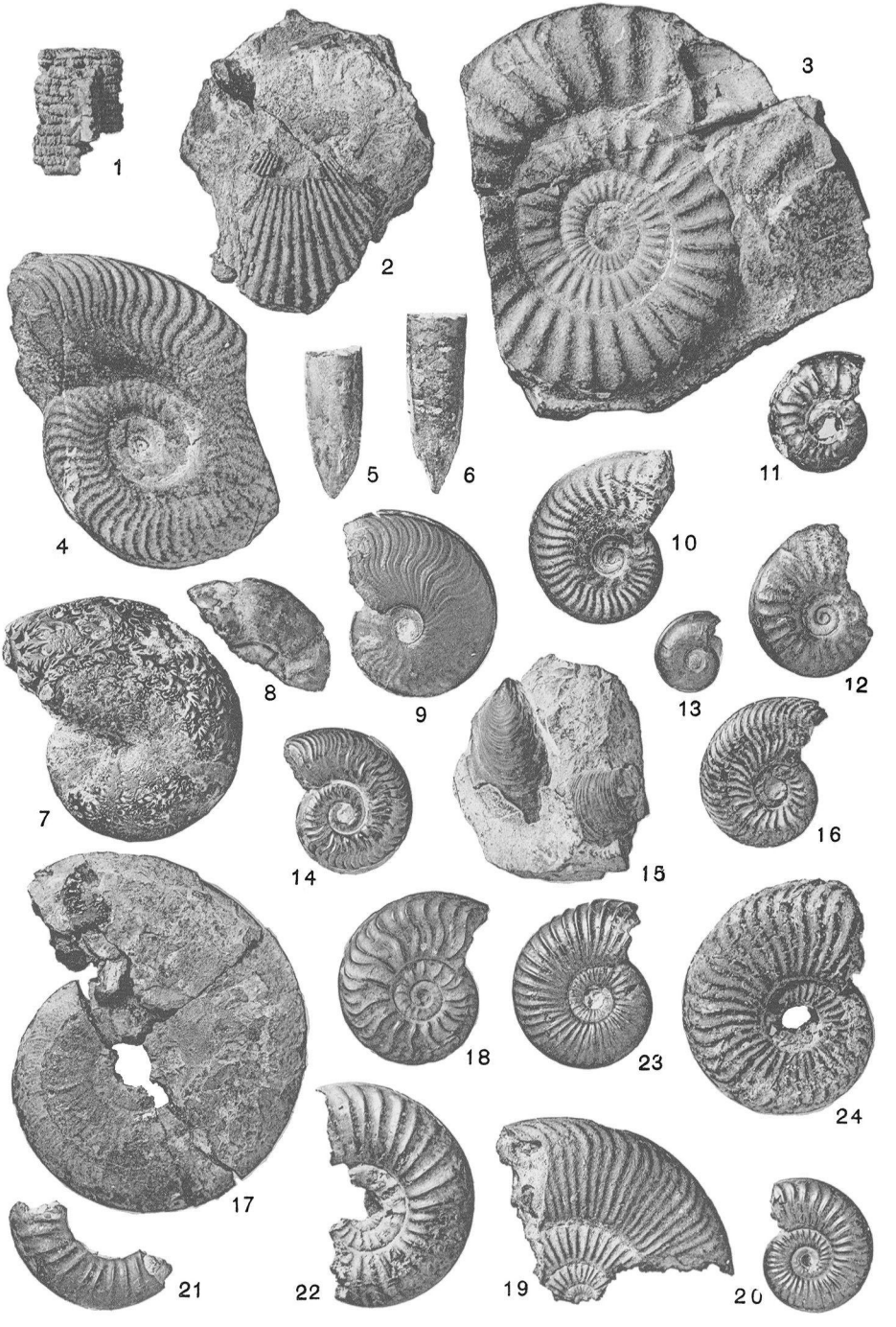


2



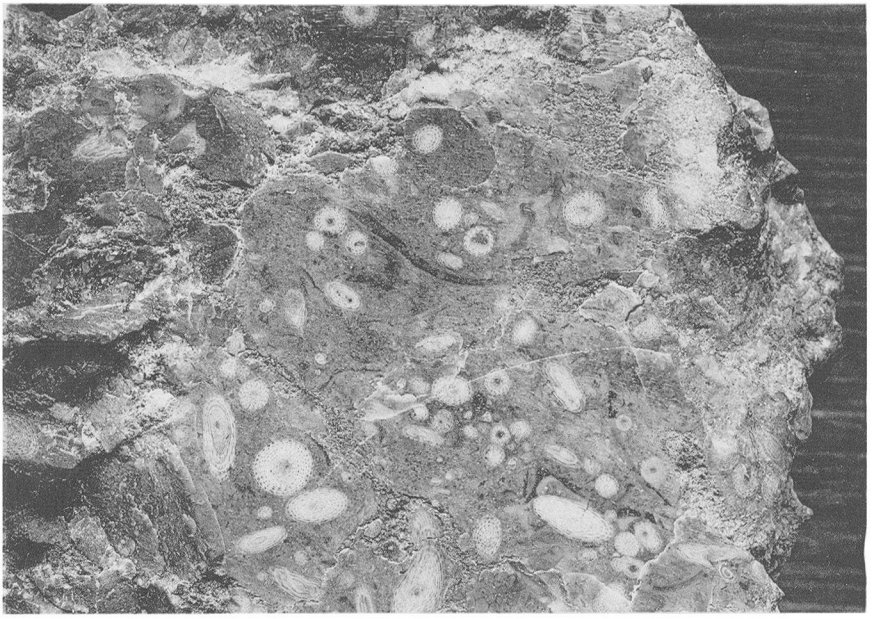
Cl. Dubois 3 Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

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

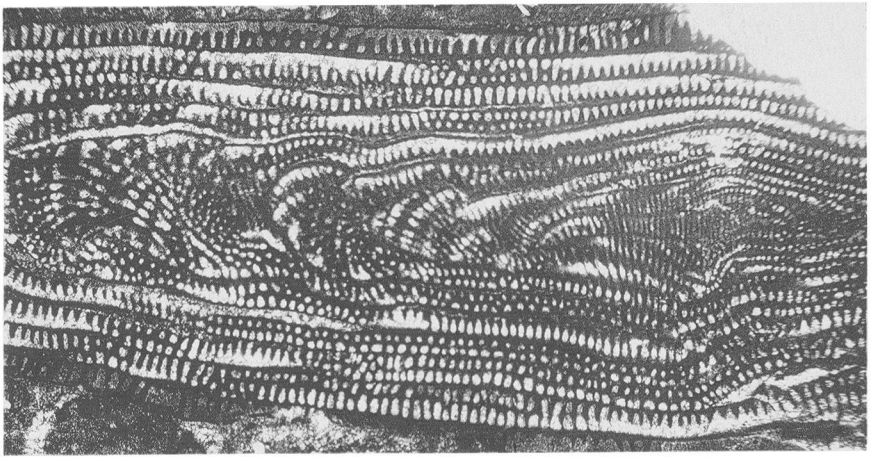


Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

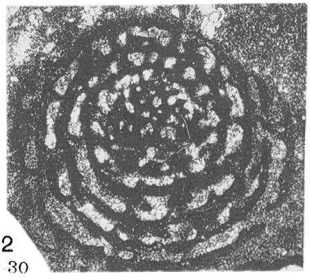
Document numérisé par la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie - UPMC



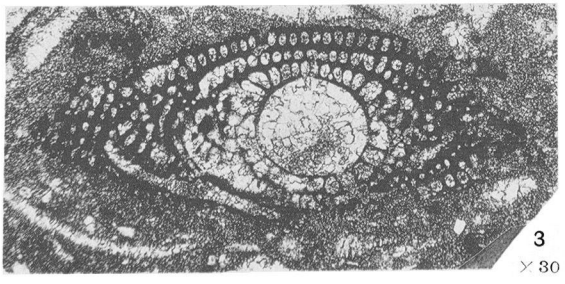
1
×2



4
×20



2
×30

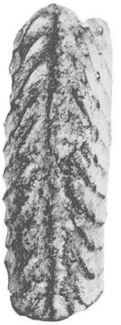


3
×30

Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

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

2



2a

1

3

5a

4a

4

7

7a

6

9

8a

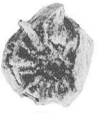
Phototypie Mémin, Arcueil (Seine)

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

1

2

2a



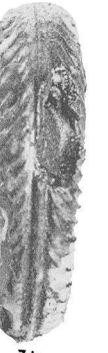
5

3a

4

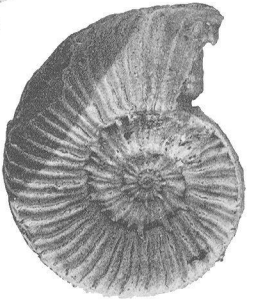
3

7a

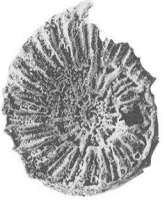


7b

6a



7



6

9

8

10

11

12

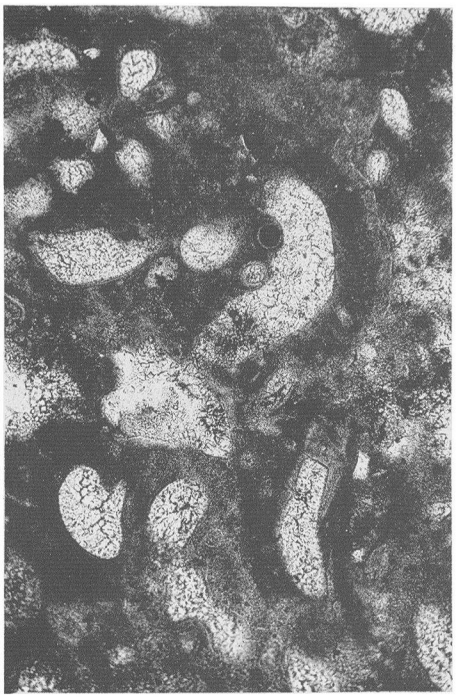
12 a

13

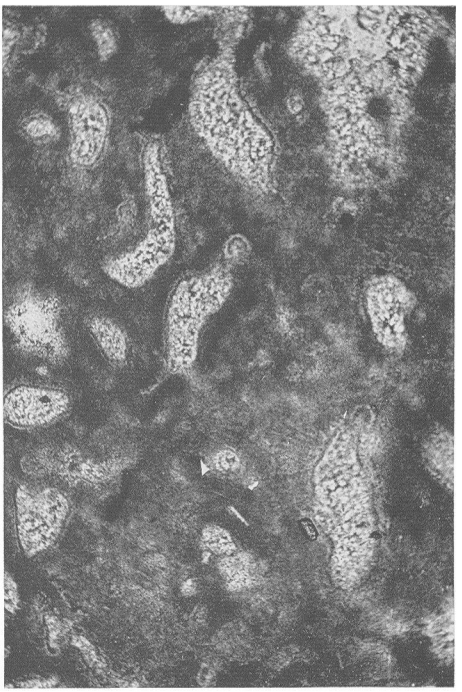
13 a

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

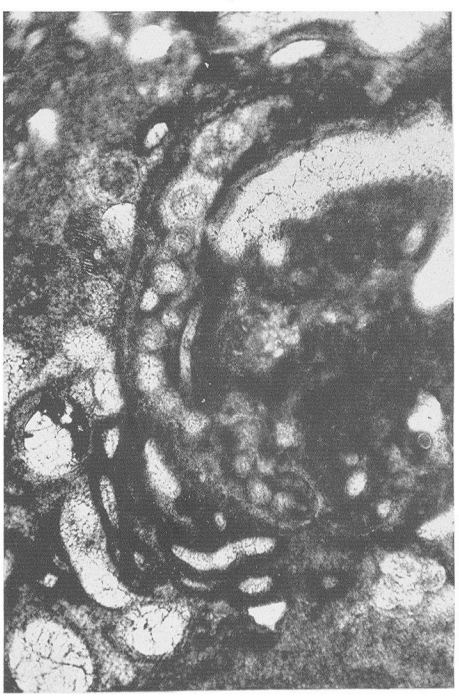
Bull. Soc. Géol. de France S. 5 ; t. VII ; pl. XXXII



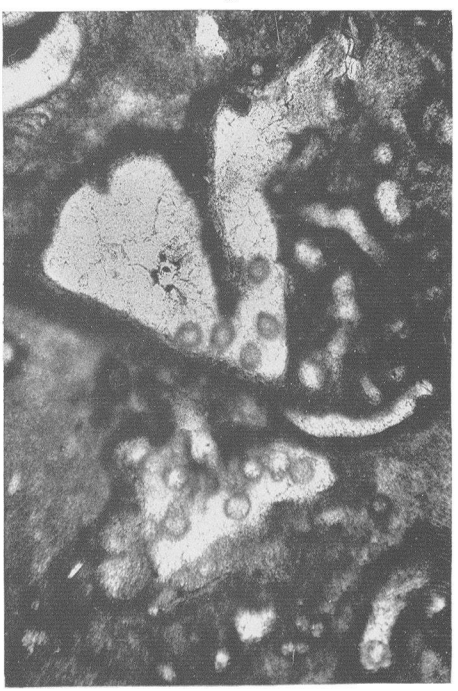
1



2



Cl. H. Derville 3



4

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

5e Série, t. VII. — 1937. — 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.

BIBLIOTHÈQUE DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS SORBONNE

CINQUIÈME SÉRIE

TOME SEPTIÈME

FASCICULE 1-2-3
Feuilles 1-8 — Planches I-X
24 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

1937

PUBLICATION MENSUELLE

AOUT 1937.

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

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

FONDÉE LE 17 MARS 1830.

Etablissement d'Utilité Publique, reconnu par Ordonnance du 3 avril 1832.

EXTRAITS DU RÈGLEMENT

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

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

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

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

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

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

ART. 75. — Les auteurs reçoivent 50 tirages à part de leurs communications insérées au *Bulletin* : ils peuvent en outre en faire faire à leurs frais, en passant par l'intermédiaire du Secrétariat.

AVANTAGES ACCORDÉS AUX MEMBRES

Les membres de la Société reçoivent *gratuitement* les **Comptes rendus des séances et le Bulletin.**

Le service de la Bibliographie des Sciences géologiques n'est fait qu'aux membres qui envoient 20 fr. par an pour les frais de port et de manutention.

Les membres peuvent utiliser le prêt des livres à *domicile* (cautionnement 100 fr.).

Ils peuvent *acheter* [1] à la Société : 1° avec une remise de 50 °/₀, les Comptes rendus et les Bulletins (200 fr. l'année), la Bibliographie (50 fr. l'année), les **Mémoires de Géologie** (par mémoire) ; 2° avec une rem. de 20 °/₀, les **Mémoires de Paléontologie** (par mémoires séparés), les **Mémoires** (nouvelle série) par souscription au volume (160 fr., étr. 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[e].

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 fr.

Prix pour les membres de la Société. 20 fr.

Le Tome VII de la 2e série est en vente au siège de la Société. (1 vol. in-8°, 370 p.)

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

NOUVELLE SÉRIE

Vient de paraître.

Tome XIV, 1936, 1937.

1-2-3 — N° **31**. — H. Alimen : Étude sur le Stampien du Bassin de Paris, 7 pl., 310 p..... 200

4. — N° **32** — E. Patte : Le Quaternaire dans la vallée de l'Oise, 2 pl., 48 p.. 30

Tome XV, 1937.

Souscription : France **160 fr.** ; Étranger **180 fr.**

1. — N° **33**. — E. David-Sylvain : Étude sur quelques grands Foraminifères tertiaires, 4 pl., 44 p..... 40

2-3 — N° **34** — V. Maire : Contribution à la connaissance des Cardioceratidés. Étude sur les espèces des genres *Pseudocadoceras*, *Quenstedticeras* et *Cardioceras* de l'Oxfordien de Franche-Comté et de Bourgogne (*à l'impression*).

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

TABLE DES MATIÈRES (Tome VII, Fascicule 1-2-3)

Pages

F. Jacquet. — Sur la structure du Sahara mauritanien (*1 fig.*)..... 3

Maurice M. Blumenthal. — Sur l'interprétation tectonique du « Double Pli » Gaditan (*2 fig.*)..... 9

Maurice Gignoux et *Moshè Avnimelech.* — Genèse de roches sédimentaires par « intrusion et éclatement » (*Pl. I*)..... 27

Camille Rouyer. — Le Pays d'Othe (Tectonique d'ensemble, Craie turonienne, Cailloutis à silex) (*3 fig.*)..... 35

Alfred Carpentier. — Observations sur des *Callipteris* (*Pl. II et III*).... 53

Gaston Astre. — Faune des steppes froides et à Spermophile et climats du Pléistocène supérieur aux Pyrénées (*2 fig.*)..... 59

N. Théobald et *L. Piton.* — Les poissons tertiaires du Céreste (Basses-Alpes) (*Pl. IV*)..... 69

G. Delépine et *N. Menchikoff.* — La faune des schistes carbonifères à *Proshumardites* de Haci-Diab (Confins Algéro-Marocains du Sud) (*Pl. V, 13 fig.*)..... 77

Gilbert Mathieu. — Le gisement de la faune des marbres givétiens de la Ville-Dé-D'Ardin (Deux-Sèvres) (*Pl. VI, 3 fig.*)..... 91

Mlle D. Le Maître. — Étude de la faune corallienne des calcaires givétiens de la Ville-Dé-D'Ardin (Deux-Sèvres) (*Pl. VII, VIII, XI et X*). 105

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. MCMXXXVII. *La gérante de la Soc. Géolog. :* Mme L. Mémin.

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

5e Série, t. VII. — 1937. — N° 4-5-6

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 SEPTIÈME

FASCICULE 4-5-6
Feuilles 9-20 — Planches XI-XVI
17 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

1937

PUBLICATION MENSUELLE

NOVEMBRE 1937.

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

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

FONDÉE LE 17 MARS 1830.

Etablissement d'Utilité Publique, reconnu par Ordonnance du 3 avril 1832.

EXTRAITS DU RÈGLEMENT

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

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

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

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

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

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

ART. 75. — Les auteurs reçoivent 50 tirages à part de leurs communications insérées au *Bulletin* : ils peuvent en outre en faire faire à leurs frais, en passant par l'intermédiaire du Secrétariat.

AVANTAGES ACCORDÉS AUX MEMBRES

Les membres de la Société reçoivent *gratuitement* les **Comptes rendus des séances et le Bulletin**.

Le service de la Bibliographie des Sciences géologiques n'est fait qu'aux membres qui envoient 20 fr. par an pour les frais de port et de manutention.

Les membres peuvent utiliser le prêt des livres à *domicile* (cautionnement 100 fr.).

Ils peuvent *acheter* [1] à la Société : 1° avec une remise de 50 °/₀, les Comptes rendus et les Bulletins (200 fr. l'année), la Bibliographie (50 fr. l'année), les **Mémoires de Géologie** (par mémoire) ; 2° avec une rem. de 20 °/₀, les **Mémoires de Paléontologie** (par mémoires séparés), les **Mémoires** (nouvelle série) par souscription au volume (160 fr., étr. 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[e].

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

EXTRAITS DU RÈGLEMENT
ET DÉCISIONS CONCERNANT LE BULLETIN

Les notes destinées au *Bulletin* ne sont publiées qu'après leur examen par la Commission.

Les manuscrits doivent être déposés dans leur rédaction définitive, le jour même de la présentation.

Les figures destinées à être publiées dans le texte doivent être fournies prêtes au clichage et convenablement dessinées à l'encre de chine, sur papier Rives ou calque. La Société prend à sa charge le clichage, mais non le dessin. Toute figure imparfaitement dessinée sera renvoyée à l'auteur ou redessinée à ses frais. Les légendes doivent être répétées dans le texte à l'emplacement de la figure. Les maquettes des planches devront être à l'échelle définitive et les clichés destinés aux dites planches de bonne intensité.

La Société offre gratuitement 50 tirages à part des notes insérées dans le *Bulletin*. Les demandes de tirés à part supplémentaires doivent être faites de façon très apparente au commencement des manuscrits et renouvelées sur les épreuves. Les auteurs sont priés de spécifier s'ils désirent une couverture, imprimée ou non.

ART. 71. — L'ensemble des publications d'un membre, dans l'année, au *Compte Rendu sommaire* et au *Bulletin* ne pourra dépasser **une feuille (16 pages) et une planche**, ou **une feuille et quart (20 pages)**. Le Conseil peut, par décision spéciale (art. 35, paragraphe 1), autoriser la publication de notes dépassant ces limites ; tout auteur peut, en outre, être autorisé à publier des notes plus longues, s'il prend à ses frais les dépenses supplémentaires.

ART. 71 *bis*. — La Commission du Bulletin ne peut accepter pour une même année, aux frais de la Société, qu'un total de **30 feuilles (480 pages), et 20 planches ou leur équivalent en texte, à raison d'une feuille pour quatre planches.** Tout dépassement jugé utile par la Commission du Bulletin doit être approuvée par le Conseil.

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

TABLE DES MATIÈRES (Tome VII, Fascicule 4-5-6)

Pages

J. Viret et *J. Hurzeler.* — Sur l'âge de la Faune de Mammifères de Pyrimont-Challonges (*1 fig.*) 129

H. Alimen et *A. Vatan.* — Contribution à l'étude pétrographique des sables stampiens (*Pl. XI et XII, 3 fig., 4 tab.*) 141

P. Russo. — Le Djebel Lakhdar et le terrain des Gour (Maroc oriental)... 163

Général Mailles. — Réflexions d'ordre géophysique sur la constitution et les mouvements de l'écorce terrestre 173

F. Roman et *G. Mazenot.* — Découverte d'une faune pyriteuse d'âge tithonique supérieur aux environs de Chomérac (Ardèche) (*1 fig.*) 179

Georges Denizot. — Affleurements crétaciques, brèches tectoniques et brèches sédimentaires de la plaine d'Alès (*Pl. XIII et XIV, 3 fig.*) 187

Maurice Gignoux. — Notice à la mémoire du Général L. de Lamothe..... 203

M. Thoral. — Joseph Blayac, 1865-1936, notice nécrologique (*1 portrait*).. 209

F. Quiévreux et *E. M. Reid.* — Contribution à l'étude paléontologique du niveau fossilifère de la couche inférieure de potasse d'Alsace. Graines fossiles (*Pl. XV, 2 fig.*) 231

Colette Dechaseaux. — *Harpax spinosus* Sowerby et ses variétés *Parkinsoni* Bronn et *Pectinoides* Lamarck (*Pl. XVI, 5 fig.*)..... 243

Pierre Marie. — Deux niveaux distingués à l'aide des Foraminifères dans le Maestrichtien du Bassin de Paris..... 257

R. Soyer. — Nouveaux gisements de Calcaire pisolithique à l'Ouest et au Sud de Paris (*1 fig.*)..... 271

Paul Lemoine. — L'âge et les conditions de dépôt du Calcaire pisolithique. 283

Mme Paul Lemoine. — Les Algues calcaires du Calcaire pisolithique, leurs enseignements stratigraphiques..... 287

Pierre Marie. — Sur la Faune de Foraminifères du calcaire pisolithique du Bassin de Paris..... 289

René van Aubel. — Contribution à l'étude géologique du Cameroun Sud-Oriental et des territoires limitrophes du Moyen-Congo..... 295

René van Aubel. — Observations géologiques dans la partie camerounienne du Pays Baya (Cameroun oriental) (*1 fig.*) (*à suivre*)..... 317

MACON, PROTAT FRÈRES, IMP. MCMXXXVII. *La gérante de la Soc. Géolog. :* Mme L. Mémin.

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

5e Série, t. VII. — 1937. — N° 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 SEPTIÈME

BIBLIOTHÈQUE DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS SORBONNE

FASCICULE 7
Feuilles 21-27 — Planches XVII-XXV
11 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

1937

PUBLICATION MENSUELLE — AVRIL 1938.

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

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

FONDÉE LE 17 MARS 1830.

Etablissement d'Utilité Publique, reconnu par Ordonnance du 3 avril 1832.

EXTRAITS DU RÈGLEMENT

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

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

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

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

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

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

ART. 75. — Les auteurs reçoivent 50 tirages à part de leurs communications insérées au *Bulletin* : ils peuvent en outre en faire faire à leurs frais, en passant par l'intermédiaire du Secrétariat.

AVANTAGES ACCORDÉS AUX MEMBRES

Les membres de la Société reçoivent *gratuitement* les **Comptes rendus des séances et le Bulletin.**

Le service de la Bibliographie des Sciences géologiques n'est fait qu'aux membres qui envoient 20 fr. par an pour les frais de port et de manutention.

Les membres peuvent utiliser le prêt des livres à *domicile* (cautionnement 100 fr.).

Ils peuvent *acheter* [1] à la Société : 1° avec une remise de 50 °/₀, les Comptes rendus et les Bulletins (200 fr. l'année), la Bibliographie (50 fr. l'année), les **Mémoires de Géologie** (par mémoire) ; 2° avec une rem. de 20 °/₀, les **Mémoires de Paléontologie** (par mémoires séparés), les **Mémoires** (nouvelle série) par souscription au volume (160 fr., étr. 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[e].

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

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

NOUVELLE SÉRIE

Vient de paraître.

Tome XIV, 1936, 1937.

1-2-3. — N° **31**. — H. ALIMEN : Étude sur le Stampien du Bassin de Paris, 7 pl., 310 p..... 200

4. — N° **32**. — E. PATTE : Le Quaternaire dans la vallée de l'Oise, 2 pl., 48 p.. 30

Tome XV, 1937.

Souscription : France **160 fr.** ; Étranger **180 fr.**

1. — N° **33**. — E. DAVID-SYLVAIN : Étude sur quelques grands Foraminifères tertiaires, 4 pl., 44 p..... 40

2-3. — N° **34**. — V. MAIRE : Contribution à la connaissance des Cardioceratidés. Étude sur les espèces des genres *Pseudocadoceras*, *Quenstedticeras* et *Cardioceras* de l'Oxfordien de Franche-Comté et de Bourgogne, 20 pl., 132 p..... 150

4. — N° **35**. — Albert F. DE LAPPARENT, *Étude de Paléontologie stratigraphique sur les côtes continentales de Provence* (à l'impression).

Tome XVI, 1938

Souscription : France **160 fr.** ; Étranger **180 fr.**

1-2. — N° **36**. — S. DEB, *Contribution à l'étude stratigraphique et pétrographique des roches tertiaires des Alpes-Maritimes* (à l'impression).

3. — N° **37**. — V. STCHEPINSKY, *Contribution à l'étude du Sahélien en Tunisie* (à l'impression).

4. — N° **38**. — J. JUNG, M. CHICHERY, O. VACHIAS, *Contribution à l'étude stratigraphique, magmatique et tectonique de la Montagne Bourbonnaise et du Forez* (en préparation).

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

TABLE DES MATIÈRES (Tome VII, Fascicule 7)

Pages

René Van Aubel. — Observations géologiques dans la partie camerounienne du Pays Baya (Cameroun oriental) (*1 fig.*) (*suite*)..... 321

P. Corbin et *N. Oulianoff.* — Diorite à épidote provenant de la zone à enclaves basiques de la Charpoua (Massif du Mont-Blanc) (*Pl. XVII, XVIII et XIX*)..... 329

Pierre Urbain. — Texture microscopique des roches argileuses (*Pl. XX et XXI, 1 fig.*)..... 341

Gaston Astre. — Nummulites remaniées dans le Pliocène de Neffiach en Roussillon..... 347

Geneviève Delpey. — Symbiose d'une Nérinée et d'un Hydrozoaire (*Pl. XXII et XXIII*)..... 353

Pierre Lory et *Albert F. de Lapparent.* — Remarques sur le Nummulitique du Dévoluy et de Champsaur (*1 fig.*)..... 359

A. Demay. — Quelques remarques sur les gneiss d'injection des Cévennes septentrionales, du Forez, du Rouergue et du Cantal..... 365

H. de Cizancourt, Mme *H. de Cizancourt* et *H. Vautrin.* — Remarques sur la structure de l'Indou-Kouch (*2 fig.*)..... 377

Maurice Mainguy. — La transgression nummulitique à l'Ouest du Mercantour (*2 fig.*)..... 401

Geneviève Delpey. — Révision du genre *Microschiza* Gemmellaro (*4 fig.*).. 419

A. Bigot. — Pseudomélaniadés des sables séquaniens de Cordebugle (Calvados) [*Pl. XXIV et XXV*]..... 425

LIVRE JUBILAIRE

du Centenaire de la Société géologique de France

2 vol. in-4° luxe sur papier vergé, 662 p., 54 planches (cartes en couleurs), nombreuses figures dans le texte.

En vente au siège de la Société. Prix : **300 francs.**

Par décision du Conseil le prix net du *Livre Jubilaire* pour les **membres de la Société** est fixé à **100 francs.**

MACON, PROTAT FRÈRES, IMP. MCMXXXVIII. *La gérante de la Soc. Géolog.* : Mme L. Mémin.

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

5e Série, t. VII. — 1937. — N° 8

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

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

BIBLIOTHÈQUE DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS SORBONNE

CINQUIÈME SÉRIE

TOME SEPTIÈME

FASCICULE 8
Feuilles 28-35 — Planches A, B, C, D.
3 tableaux

Réunion extraordinaire de la Société Géologique de France en TCHÉCOSLOVAQUIE

PARIS
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE
28, rue Serpente, VI
COMPTE DE CHÈQUES POSTAUX PARIS, N° 173-72
Téléph. : DANTON 90-61

1937

PUBLICATION MENSUELLE — AVRIL 1938

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

COMPTES RENDUS DES RÉUNIONS EXTRAORDINAIRES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

Extraits du Bulletin, en vente à la Société (50 0/0 aux membres de la Société).

1831.	Beauvais (*Bull.*, t. II, pp. 1-23, pl. 1)	» fr.
1832.	Caen (*Bull.*, t. III, pp. 1-16)	» »
1833.	Clermont-Ferrand (*Bull.*, t. IV, pp. 1-60)	» »
1834.	Strasbourg (*Bull.*, t. VI, pp. 1-59)	» »
1835.	Mézières (*Bull.*, t. VI, pp. 323-358, 1 pl. en couleurs)	» »
1836.	Autun (*Bull.*, t. VII, pp. 311-360, 1 pl.)	» »
1837.	Alençon (*Bull.*, t. VIII, pp. 323-394, 1 pl.)	» »
1838.	Porrentruy (Suisse) (*Bull.*, t. IX, pp. 356-450, 1 pl.)	» »
1839.	Boulogne-sur-Mer (*Bull.*, t. X, pp. 385-456, 1 pl.)	» »
1840.	Grenoble (*Bull.*, t. XI, pp. 379-452, 1 pl.)	» »
1841.	Angers (*Bull.*, t. XII, pp. 425-490, 3 pl.)	» »
1842.	Aix-en-Provence (*Bull.*, t. XIII, pp. 405-532, 2 pl.)	» »
1843.	Poitiers (*Bull.*, t. XIV, pp. 629-653, 1 pl.)	» »
1844.	Chambéry (*Bull.*, 2e s., t. I, 260 p., 2 pl.)	» »
1845.	Avallon (Yonne) (*Bull.*, 2e s., t. II, 96 p., 1 pl.)	» »
1846.	Alais (*Bull.*, 2e s., t. III, 97 p., 1 pl.)	» »
1847.	Épinal (*Bull.*, 2e s., t. IV, 88 p.)	» »
1849.	Épernay (Marne) (*Bull.*, 2e s., t. VI, 58 p., 1 pl.)	» »
1850.	Le Mans (*Bull.*, 2e s., t. VII, 64 p., 1 pl.)	» «
1851.	Dijon, 96 p., 1 pl	8 »
1852.	Metz, 64 p., 1 tabl., 1 pl	8 »
1853.	Valenciennes, 38 p	4 »
1854.	Valence-sur-Rhône (Drôme), 72 p	6 »
1855.	Paris, 78 p., 1 pl	6 »
1856.	Joinville (Haute-Marne), 104 p	8 »
1857.	Angoulême, 64 p	4 »
1858.	Nevers, 130 p	12 »
1859.	Lyon, 120 p	8 »
1860.	Besançon, 56 p	4 »
1861.	Saint-Jean-de-Maurienne, 134 p., 2 pl	12 »
1862.	Saint-Gaudens, 76 p., 2 pl	8 »
1863.	Liége, 118 p., 1 pl	» »
1864.	Marseille, 106 p., 1 tabl., 1 pl	10 »
1865.	Cherbourg, 16 p	4 »
1866.	Bayonne, 44 p., 1 pl	4 »
1867.	Paris, 76 p	6 »
1868.	Montpellier, 130 p., 3 pl	12 »
1869.	Le Puy, 140 p., 1 pl	15 »
1872.	Digne, 152 p., 4 pl	14 »
1873.	Roanne, 76 p., 2 pl	8 »
1874.	Mons et Avesnes, 170 p., 3 pl	16 »
1875.	Genève et Chamonix, 156 p., 1 tabl., 4 pl	16 »
1876.	Chalon-sur-Saône et Autun, 122 p., 3 pl	12 »
1877.	Fréjus et Nice, 130 p., 4 pl., Carte géol. des env. de Nice	30 »
1878.	Paris, 78 p., 6 pl	15 »

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

1879. Semur, 194 p., 7 pl. ..... 25 fr.
1880. Boulogne-sur-Mer, 220 p., 5 pl. ..... 20 »
1881. Grenoble, 130 p., 2 pl. ..... 10 »
1882. Foix, 158 p., 4 pl. ..... 15 »
1883. Charleville, 106 p. ..... 8 »
1884. Aurillac, 56 p. ..... 6 »
1885. Jura méridional, 143 p., 1 pl. ..... 16 »
1886. Finistère, 172 p., 6 pl. ..... 20 »
1887. Charente et Dordogne, 117 p., 1 pl. ..... 12 »
1888. Allier, 170 p., 7 pl. ..... 30 »
1889. Paris, 47 p. ..... 6 »
1890. Clermont-Ferrand, 280 p., 9 pl. ..... 50 »
1891. Provence, 181 p., 5 pl. ..... 30 »
1892. Corbières, 81 p., 4 pl. ..... 25 »
1893. Velay et Lozère, 188 p., 9 pl. ..... 32 »
1894. Lyon et Bollène (Vaucluse), 132 p., 8 pl. ..... 25 »
1895. Basses-Alpes, 368 p., 17 pl. ..... 45 »
1896. Algérie, 268 p., 9 pl. ..... 30 »
1897. Vosges, Belfort et Porrentruy (Suisse), 132 pl., 1 pl. . 16 »
1898. Barcelone (Espagne), 220 p., 2 pl. ..... 25 »
1899. Versant méridional de la Montagne Noire, 186 p., 4 pl. 25 »
1900. Trois excursions aux env. de Paris (Etampes, Auvers-sur-Oise, Arcueil), 48 p., 17 fig. et cartes. ..... 8 »
1901. Lausanne et Chablais (les grandes nappes de recouvrement des Alpes suisses), 149 p., 4 pl. ..... 30 »
1902. Alpes-Maritimes, 438 p., 42 pl. ..... 50 »
1903. Poitiers, Saint-Maixent, Niort et Parthenay, 242 p., 5 pl. 30 »
1904. Caen, Flers et Cherbourg, 93 p., 45 fig., 6 pl. ..... 25 »
1905. Turin et Gênes, 108 p., 6 pl. ..... 20 »
1906. Pyrénées occidentales (Luz, Gavarnie), 76 p., 19 fig. 10 »
1907. Causses et Cévennes, 94 p., 19 fig., 2 pl. ..... 12 »
1908. Nantes, Chalonnes et Châteaubriant, 98 p., 14 fig., tabl. 12 »
1909. Sarthe et Mayenne (Évron, Sillé-le-Guillaume, Sablé, Laval), 132 p., 53 fig. ..... 12 »
1910. Valence, Alais, Nîmes, 99 p., 11 fig., 5 pl. ..... 24 »
1911. Jura, 64 p. ..... 10 »
1912. Laon, Reims, Mons, Bruxelles, Anvers, 153 p., 42 fig., 8 pl. 25 »
1913. Env. de Narbonne, Corbières septentrionales et Minervois, 92 p., 14 fig., 4 pl. ..... 18 »
1921. Les régions jurassienne, subalpine et alpine de la Savoie, 61 p., 2 fig., 2 pl. ..... 10 »
1923. Le Gard, le Vaucluse et la Drôme, 89 p., 10 fig., 8 pl. 25 »
1924. Algérie orientale, 52 p. ..... 10 »
1927. Lille, 126 p., 8 fig., 4 pl. ..... 30 »
1928. Pyrénées, 88 p. ..... 20 »
1930. Centenaire de la Société Géologique de France, séances et excursions, 179 p., 8 h. texte. ..... 40 »
1933. Corse, 81 p., 2 pl. ..... 20 »
1934. Pyrénées basques d'Espagne, 42 p. ..... 10 »
1936. Tchécoslovaquie 122 p., 4 pl., 3 tableaux. ..... 25 »

La série des Réunions extraordinaires depuis 1836 moins les années 1839, 1841 et 1863. 1200

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

TABLE DES MATIÈRES (Tome VII, Fascicule 8)

Pages

F. Blondel. — Introduction..... 433

Dimitrij Andrusov. — Deux coupes géologiques à travers les Carpathes occidentales. (*Pl. A.*)..... 434

Bedřich Bouček. — Stratigraphie et parallélisme de l'Ordovicien inférieur de la Bohême. (*Pl. B et C, 1 tableau*)..... 439

Radim Kettner. — L'évolution tectonique du Barrandien. (*Pl. D, 1 tableau*) 459

Jan Koliha. — Sur le Trémadocien et sur l'Arénigien inférieur en Bohême, (*1 tableau*)..... 477

Alexandr Orlov. — La pétrologie du massif éruptif de la Bohême centrale. 497

Jaroslav Perner. — Les « Colonies de Barrande »..... 513

František Slavík. — L'activité volcanique dans le Barrandien..... 527

Vladimir Zoubek. — Le cristallin des Carpathes tchécoslovaques..... 541

LIVRE JUBILAIRE

du Centenaire de la Société géologique de France

2 vol. in-4° luxe sur papier vergé, 662 p., 54 planches (cartes en couleurs), nombreuses figures dans le texte.

En vente au siège de la Société. Prix : **300 francs.**

Par décision du Conseil le prix net du *Livre Jubilaire* pour les **membres de la Société** est fixé à **100 francs.**

MACON, PROTAT FRÈRES, IMP. MCMXXXVIII. *La gérante de la Soc. Géolog.* : Mme L. Mémin.

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

5e Série, t. VII. — 1937. — N° 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.

BIBLIOTHÈQUE DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS SORBONNE

CINQUIÈME SÉRIE

TOME SEPTIÈME

FASCICULE 9 et dernier

Feuilles 36-42 — Planches XXVI-XXXII

49 figures dans le texte

Table du Bulletin.

Table analytique du Bulletin et des Comptes rendus sommaires.

PARIS

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

28, rue Serpente, VI

COMPTE DE CHÈQUES POSTAUX PARIS, N° 173-72

Téléph. : DANTON 90-61

1937

PUBLICATION MENSUELLE

AVRIL 1938

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

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

FONDÉE LE 17 MARS 1830.

Etablissement d'Utilité Publique, reconnu par Ordonnance du 3 avril 1832.

EXTRAITS DU RÈGLEMENT

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

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

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

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

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

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

ART. 75. — Les auteurs reçoivent 50 tirages à part de leurs communications insérées au *Bulletin* : ils peuvent en outre en faire faire à leurs frais, en passant par l'intermédiaire du Secrétariat.

AVANTAGES ACCORDÉS AUX MEMBRES

Les membres de la Société reçoivent *gratuitement* les **Comptes rendus des séances et le Bulletin.**

Le service de la Bibliographie des Sciences géologiques n'est fait qu'aux membres qui envoient 20 fr. par an pour les frais de port et de manutention.

Les membres peuvent utiliser le prêt des livres à *domicile* (cautionnement 100 fr.).

Ils peuvent *acheter* [1] à la Société : 1° avec une remise de 50 °/₀, les Comptes rendus et les Bulletins (200 fr. l'année), la Bibliographie (50 fr. l'année), les **Mémoires de Géologie** (par mémoire) ; 2° avec une rem. de 20 °/₀, les **Mémoires de Paléontologie** (par mémoires séparés), les **Mémoires** (nouvelle série) par souscription au volume (160 fr., étr. 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^e^.

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

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

NOUVELLE SÉRIE

Vient de paraître.

Tome XV, 1937.

1. — N° **33**. — E. David-Sylvain : Étude sur quelques grands Foraminifères tertiaires, 4 pl., 44 p..... 40

2-3. — N° **34**. — V. Maire : Contribution à la connaissance des Cardioceratidés. Étude sur les espèces des genres *Pseudocadoceras*, *Quenstedticeras* et *Cardioceras* de l'Oxfordien de Franche-Comté et de Bourgogne, 20 pl., 132 p..... 150

4. — N° **35**. — Albert F. de Lapparent, *Étude de Paléontologie stratigraphique sur les côtes continentales de Provence*, 1 pl., 35 p..... 25

En souscription.

Tome XVI, 1938

Souscription : France **160 fr.** ; Étranger **180 fr.**

1-2. — N° **36**. — S. Deb, *Contribution à l'étude stratigraphique et pétrographique des roches tertiaires des Alpes-Maritimes*, 8 pl., 114 p..... 80

3. — N° **37**. — V. Stchepinsky, *Contribution à l'étude du Sahélien en Tunisie*, 8 pl., 120 p..... 80

4. — N° **38**. — J. Jung, M. Chichery, O. Vachias, *Contribution à l'étude stratigraphique, magmatique et tectonique de la Montagne Bourbonnaise et du Forez* (en préparation).

Tome XVII, 1938.

Souscription : France **160 fr.** ; Étranger **180 fr.**

1. — N° **39**. — Mme de Cizancourt et L. R. Cox, *Contribution à l'étude des faunes crétacées et tertiaires de l'Afghanistan* (à l'impression)

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

TABLE DES MATIÈRES (Tome VII, Fascicule 9)

Pages

H. Alimen et *A. Cailleux.* — Sur un petit Bovidé quaternaire récemment découvert aux Moutiers (Loire-Inférieure) (*Pl. XXVI*) *2 fig.*)..... 555

Georges Dubois et M^me^ *Camille Dubois.* — Étude paléobotanique de tourbières de la région parisienne (*Pl. XXVII, 10 fig.*)..... 567

Zalessky M. D. — Sur deux végétaux nouveaux du Dévonien supérieur (*3 fig.*)..... 587

Stchepinsky V. — Le Lias de Durfort (Gard) (*Pl. XXVIII, 24 fig.*)..... 593

H. Parent. — Couches saumâtres et calcaires à Alvéolines dans le Turonien supérieur de Sainte-Anne d'Evenos (Var) (*Pl. XXIX, 1 fig.*)..... 615

J. Pfender. — Observations sur le calcaire à Alvéolines récolté par M. H. Parent..... 620

Cel Ch. Gérard. — Note sur le genre d'Ammonites : *Haplopleuroceras* (*Pl. XXX et XXXI*)..... 623

P. H. Derville. — Quelques détails d'observation touchant les formes récifales de *Nubecularia* (*Pl. XXXII*)..... 631

Comptes de 1937 et prévisions pour 1938..... 637

Table du Tome VII..... 645

LIVRE JUBILAIRE

du Centenaire de la Société géologique de France

2 vol. in-4° luxe sur papier vergé, 662 p., 54 planches (cartes en couleurs), nombreuses figures dans le texte.

En vente au siège de la Société. Prix : **300 francs.**

Par décision du Conseil le prix net du *Livre Jubilaire* pour les **membres de la Société** est fixé à **100 francs.**

MACON, PROTAT FRÈRES, IMP. MCMXXXVIII. *La gérante de la Soc. Géolog.* M^me^ L. Mémin.

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