

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE

QUATRIÈME SÉRIE

TOME QUATORZIÈME

1914

PARIS
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE
28, rue Serpente, VI^e

1914

NOTE SUR LES ARALIAS DES FLORES CRÉTACIQUES DE L'AMÉRIQUE DU NORD ET DU GROENLAND

PAR **P. H. Fritel**¹

Parmi les feuilles palmatilobées assez nombreuses qui se rencontrent dans les flores crétaciques de l'Europe, de l'Amérique du Nord et de la région arctique et qui ont été rapportées au genre *Aralia*, pris dans son acception ancienne, il n'en est qu'un très petit nombre qui puisse réellement entrer dans ce genre. De plus l'état de conservation des empreintes, souvent défectueux, ne permet qu'une analyse bien sommaire des caractères fournis par la nervation ce qui rend des plus suspectes les distinctions spécifiques qui ont été faites; elles ne correspondent, le plus souvent, qu'à des anomalies, à des stades de développement divers ou même à de simples variantes dans la découpe du contour, comme il s'en rencontre assez fréquemment chez les Araliacées, de la flore actuelle. Il semble donc nécessaire de rechercher dans quelle mesure peuvent être modifiées les déterminations génériques et spécifiques auxquelles ces empreintes ont donné lieu. En effet dans la plupart de celles-ci, la nervation, quand elle est suffisamment conservée, montre des caractères qui ne se présentent qu'exceptionnellement chez les Araliacées palmatilobées actuelles, mais qui, par contre, les rapprochent beaucoup d'un type archaïque signalé par Fontaine dans les couches crétaciques du groupe de Potomac et décrit par cet auteur sous le nom générique d'*Araliaephyllum*. Ce type qui peut être considéré comme la souche d'une partie des Araliacées actuelles présente également de grandes affinités avec les Platanes ainsi qu'avec des feuilles rapportées au genre *Sassafras* comme l'on pourra s'en rendre compte par l'examen des figures données plus loin.

Quand on examine la nervation dans les genres *Oreopanax*, *Tetrapanax*, *Fatsia* etc. (démembrés de l'ancien genre *Aralia*) on voit qu'en général toutes les nervures rayonnantes sortent du sommet même du pétiole, dès son entrée dans le limbe et cela quel que soit le nombre (5, 7 ou 9) des nervures rayonnantes (fig. 1).

Au contraire dans les empreintes fossiles auxquelles il vient

1. Note présentée à la séance du 23 juin 1913.

d'être fait allusion, trois seulement des nervures rayonnantes sortent du sommet du pétiole. Des deux nervures latérales s'échappe, à une distance plus ou moins grande de la base du limbe, une forte branche externe qui s'étend jusqu'au sommet d'un lobe accessoire quelquefois aussi développé que les autres (fig. 2). Or cette disposition correspond parfaitement à celle indiquée par Fontaine dans la diagnose de son genre *Araliæphyllum* :

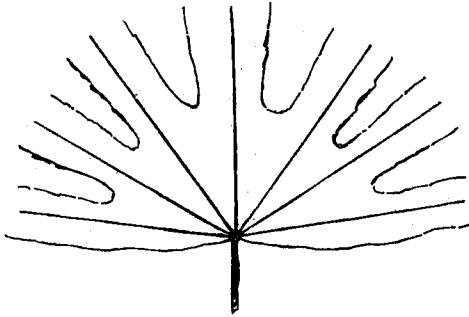


FIG. 1.

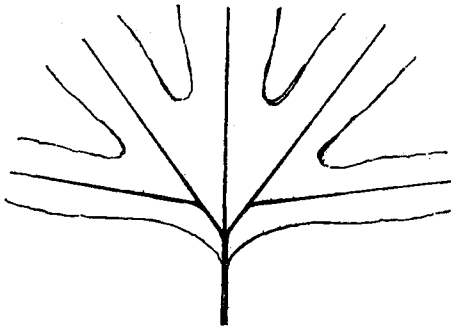


FIG. 2.

FIG. 1 et 2. — DISPOSITION DES NERVURES PRIMAIRES :
1, dans le genre *Aralia* ; 2, dans le genre *Araliæphyllum*.

« Feuilles plus ou moins en forme d'éventail, divisées plus ou moins profondément en trois lobes principaux, celui du milieu, ou terminal, est subrhombique ou elliptique dans son contour qui se rétrécit rapidement en pointe aiguë et qui est séparé des lobes latéraux par des sinus larges, arrondis au fond ; les lobes latéraux se divisent en deux lobes mineurs (lobes accessoires) dont l'un est plus large que l'autre ; le plus large est ovale, quelquefois inéquilatéral, et retourné vers le haut ; le plus petit est ovale, tourné en dehors ; les trois nervures primaires, divergentes, rayonnent du même ou presque du même point,

à la base de la feuille, allant jusqu'au sommet de chaque lobe primaire; des deux primaires latérales une forte branche part à une petite distance au-dessus de la base, sur le côté inférieur, et s'étend jusqu'au sommet des deux lobes externes; toutes les primaires sont fortes et envoient sur chaque côté des branches qui se recourbent vers le haut et s'anastomosent; le réseau ultime est invisible. »

Fontaine fait suivre sa diagnose des remarques suivantes: « Ces feuilles sont d'un type compréhensif réunissant en elles-mêmes quelques-uns des caractères des *Liquidambar*, *Aralia* et *Sassafras*. Dans leur nervation primaire elles ressemblent à *Sassafras recurvatum* Lsqx. La lobation est très semblable à celle de *Sassafras platanoides*. Le mode de nervation ressemble à celui de *Liquidambar integrifolium* Lsqx. »

Il y aurait donc lieu de répartir tout d'abord les espèces fossiles en deux groupes principaux. Le premier renfermerait les formes chez lesquelles les nervures primaires, qu'elles soient au nombre de 5, 7 ou 9 rayonnent directement du sommet même du pétiole comme il vient d'être dit. Elles seules conserveraient le nom générique d'*Aralia*. Le second groupe comprendrait les formes dont les nervures primaires affectent la disposition indiquée par Fontaine et représentée par la figure 2. On inscrirait celles-ci sous le nom d'*Araliæphyllum*.

Au premier de ces deux groupes appartiennent les: *Aralia formosa* HEER, *A. anisoloba* VELEN., *A. triloba* VELEN., *A. minor* VELEN., *A. Kowalewskiana* SAP. et MAR., *A. Westoni* DAWS., *A. rotundata* DAWS., et très probablement *A. tenuinervis* Lsqx., et *A. patens* NEWB.

Le second groupe renferme un plus grand nombre d'espèces. *A. Saportana* et sa var. *deformata* Lsqx., *A. Wellingtoniana* Lsqx., *A. groenlandica* HEER, *A. rotundiloba* NEWB., *A. polymorpha* NEWB., *A. palmata* NEWB., *A. submarginata* Lsqx., *A. Ravniana* HEER, *A. Towneri* Lsqx., *A. quinquepartita* Lsqx., *A. concreta* Lsqx., et *A. Wellingtoniana Vaughani* BERRY.

Ce premier groupement admis, reste à discuter la légitimité des distinctions spécifiques faites parmi toutes ces formes.

A. FORMOSA HEER. — Il semble que l'on puisse regarder comme synonymes de l'espèce de Heer les feuilles décrites par de Saporta¹ sous les noms d'*A. calomorpha* et d'*A. proxima*. En effet, de l'avis même de l'auteur, la seconde de ces deux espèces pourrait, sans inconvénient, être réunie à la première et celle-ci se confond, à son tour, avec les variétés de l'*A. for-*

1. DE SAPORTA. Flore fossile du Portugal, p. 188, 189, pl xxxiv, fig. 15-16; xxxv, fig. 1, 2, 3, 4.

mosa signalées, par Velenovsky, dans le Cénomaniens de Bohême.

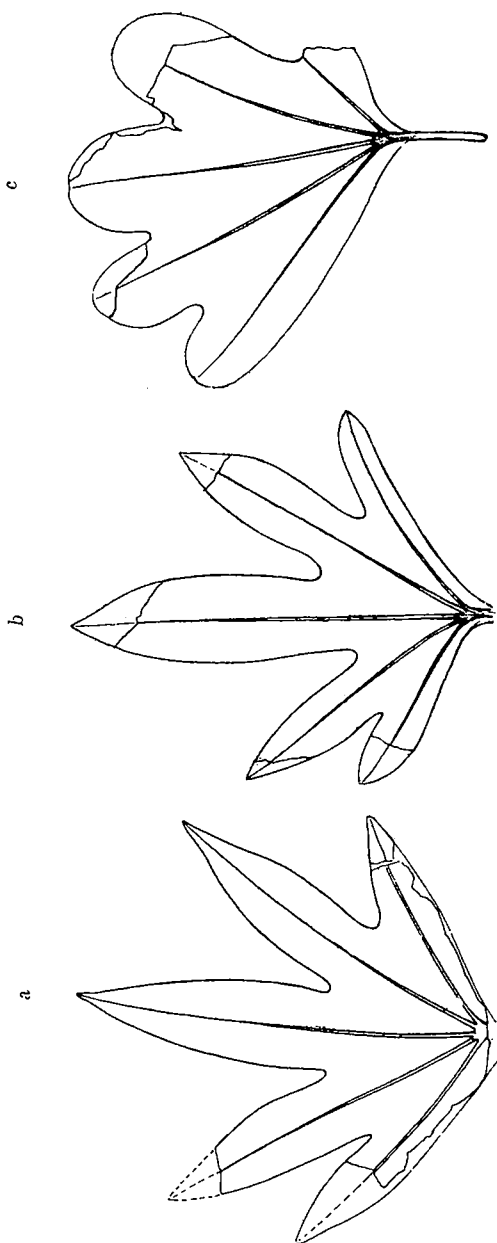


FIG. 3 a-c.
 a, *Aralia Kowalewskiana* SAp. et MAH., du Cénomaniens de Bohême; b, *Aralia Westoni* Daws., Mille Creek séries du Canada; c, *Aralia rotundata* Daws., du même gisement; réd. 1/3.

Étant donné, d'une part l'assez grande variabilité du feuillage.

dans les espèces actuelles et, d'autre part, le peu d'importance des caractères différentiels invoqués, il y a lieu de simplifier la nomenclature en réunissant sous un même nom (celui de Heer, ayant la priorité, sera conservé) ces variantes auxquelles il faudrait sans doute adjoindre les *A. triloba*¹ VELEN. et *A. minor*, du même auteur.

A. KOWALEWSKIANA SAPORTA et MARION. — Espèce variable offrant des feuilles à trois, cinq et même sept lobes ; ceux-ci sont subconiques ou légèrement en lancette, atténués en pointe au sommet, à bords simples. Les nervures primaires, relativement minces, rayonnent toutes du sommet du pétiole, dès son entrée dans le limbe sur certaines empreintes, un peu au-dessus de ce point sur d'autres. Dans les feuilles trilobées elles sont nettement suprabasilaires, comme dans l'*A. formosa*. Les nervures secondaires sont invisibles, du moins à en juger par les figures. Le diamètre de ces feuilles est assez variable, pouvant aller, sur les organes à cinq lobes, de 7,5 cm, à 11,5 cm, il atteint 12-15 cm sur les feuilles à sept lobes.

Je considère comme synonyme de cette espèce l'*A. Westoni* DAWSON, du Crétacé supérieur de Mille Creek, Canada, représenté par une empreinte assez médiocre de 8 cm environ de diamètre sur laquelle le contour et les nervures primaires sont seuls visibles, celles-ci, au nombre de cinq, sont suprabasilaires mais rayonnent toutes du même point.

Comme le montrent les figures 3 *a* et *b*, cette espèce présente beaucoup de rapports, tant par la disposition des nervures principales que par la forme des lobes, avec certaines feuilles de l'espèce du cénomanien de Bohême, à laquelle je la rapporte.

Je crois devoir réunir à *A. Westoni* une autre empreinte, provenant du même gisement, et figurée par Dawson sous le nom d'*A. rotundata* (fig. 3 *c*). Elle ne représente qu'une anomalie dans laquelle les lobes sont écourtés, par une cause accidentelle ; la forme de la base du limbe et la disposition des nervures principales (les seules visibles) étant absolument les mêmes que dans l'*A. Westoni*. La communauté de gisement ajoute encore à la communauté d'origine.

A. WELLINGTONIANA LSQX. — Cette espèce ne saurait être séparée de l'*A. Saportana* typique. En effet les caractères différentiels

1. Newberry, bien antérieurement, a décrit sous ce nom (*Ann. New-York, Lyc. Nat. Hist.* vol. IX (avril 1868), p. 58) une espèce de l'Éocène? de Fort Clarke (Dakota) figurée dans *Illust. Cret. and Tert. Fl.* (1878), pl. xxv, fig. 4, 5.

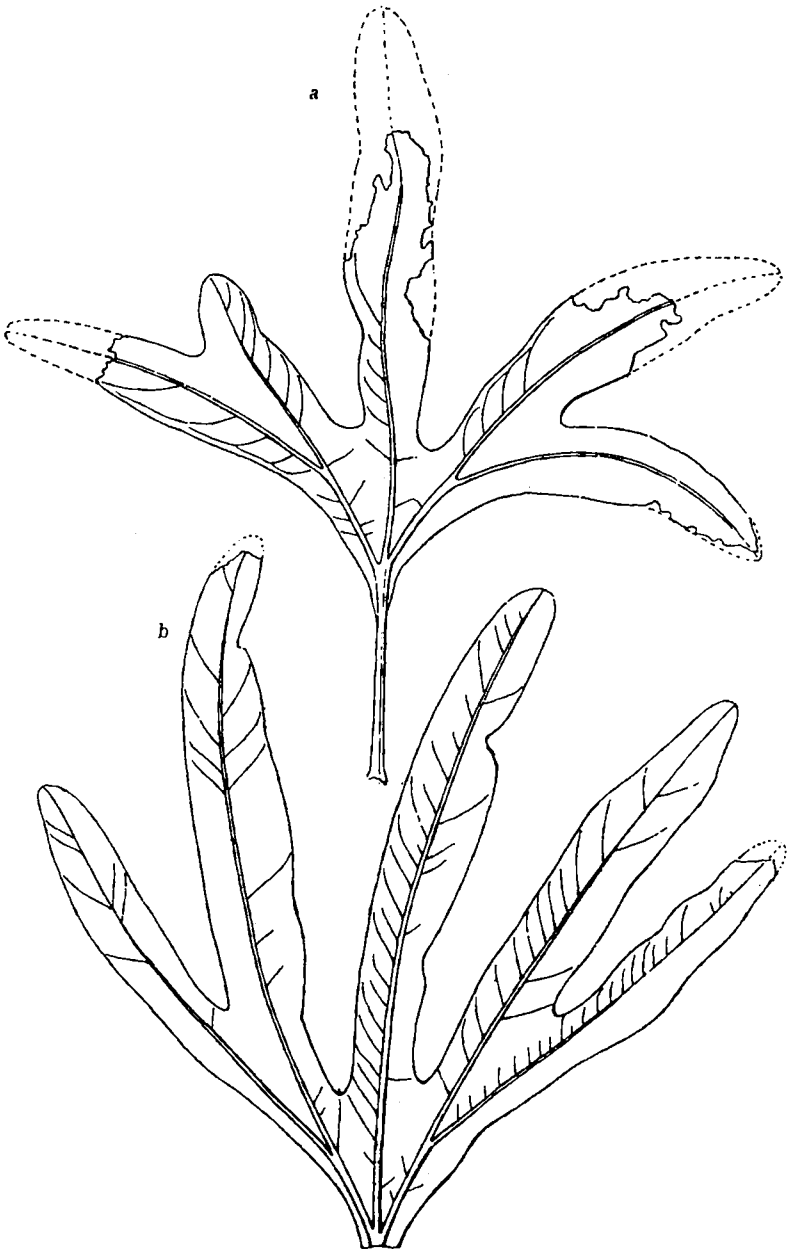


FIG. 4 a-b.

a, *Araliæphyllum Saportanum*, var. *deformatum* (Lsqx.), Cénomaniens du Kansas ; b, Même type décrit sous le nom d'*Aralia quinquepartita* Lsqx., du même gisement ; réd. de 1/3.

énumérés par Lesquereux¹ sont fictifs, car dans les figures de l'une et de l'autre espèce, on observe des nervures secondaires camptodromes et des nervures craspédodromes; les autres caractères invoqués, telle la différence de texture! ne sont pas suffisants pour justifier une distinction spécifique. En réalité l'*A. Wellingtoniana* ne paraît être qu'une variante, à 3 lobes, de l'*A. Saportana*. D'autre part si l'on compare les fragments figurés par Lesquereux², et l'organe complet figuré par Newberry³ sous le nom d'*A. quinquepartita* avec la variété *deformata* de l'*A. Saportana* (en particulier avec les figures 1 et 2 de la planche xxiii de la Fl. du Dakota group.) dont la caractéristique est d'avoir des lobes étroits, ordinairement entiers (narrow, mostly entire), on voit que ces deux prétendues espèces ne diffèrent en rien l'une de l'autre. Lesquereux lui-même avait signalé l'analogie de la nervation dans ces deux formes. Quant à l'*Aralia nassauensis* HOLLICK, de Brooklyn, Long Island, il ne paraît être qu'une forme plus trapue du même type foliaire. Il faudrait donc considérer comme simples variations de l'*A. Saportana* Lsqx., les *A. Wellingtoniana* Lsqx., *A. nassauensis* HOLL., et *A. quinquepartita* Lsqx.

Il faut néanmoins faire remarquer que ce dernier peut être regardé comme synonyme de l'*A. Towneri* Lsqx., avec tout autant de vraisemblance.

A. GROENLANDICA HEER. — Sous ce nom, Heer a figuré des organes assez variables et dont les caractères ne sont qu'incomplètement exprimés dans la diagnose qu'il consacre à cette espèce. En effet à côté des feuilles arrondies à la base et simplement trilobées, à lobes subégaux séparés par des sinus larges et arrondis, qui représenteraient donc la forme typique (fig. 5 a) il en figure d'autres qui s'éloignent plus ou moins de cette forme.

Je signalerai, entre autres, l'organe représenté planche xxxix, figure 1 du volume VI de *Flora fossilis arctica*, et reproduit ici (fig. 6 b) légèrement restauré. C'est une feuille trilobée, à lobe médian entier, ovale, rétréci à la base et beaucoup plus développé que les lobes latéraux, qui sont lancéolés, fortement lobulés sur le bord externe. La base est en coin. Les nervures primaires sont

1. Lesquereux dit textuellement, « It differs, however, by the coriaceous texture of the leaves, the reticulate areolation, the larger teeth, the more or less upwardly turned secondaries, which are not curved or camptodrome, but run straight to the teeth and enter them; the base of the leaf is longer decurrent, and the lobes more abruptly or obtusely pointed. »

2. LESQUEREUX. Fl. of the Dakota group: pl. xxiii, fig. 2.

3. NEWBERRY. The later extinct Floras of North America, pl. ix, fig. 1.

au nombre de trois, les deux latérales donnant chacune naissance à une branche externe qui se poursuit dans le lobe accessoire.

Si l'on compare cette dernière empreinte à celles, de dimension double, figurées par Heer sous le nom d'*A. Ravniana* (fig. 7), et qui proviennent du même gisement d'Igdlokunguak on voit

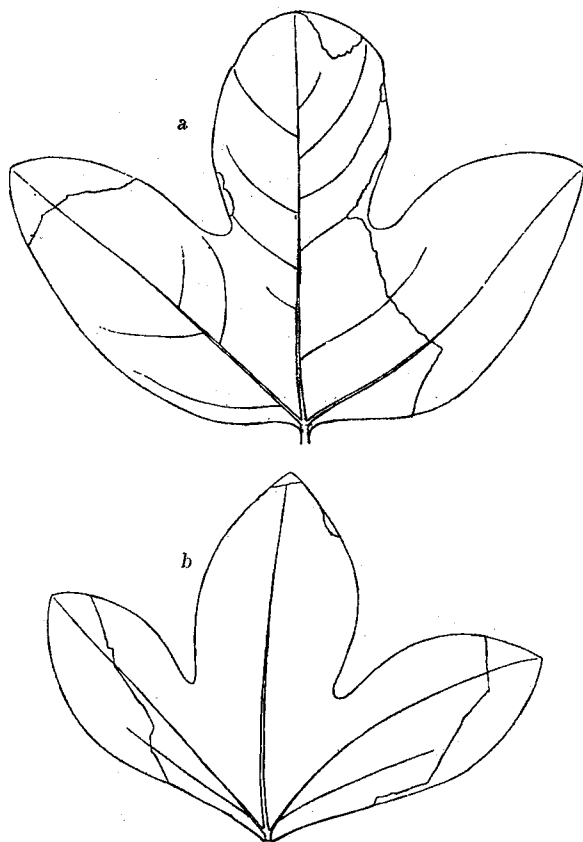


FIG. 5a-b.

a, *Araliæphyllum groenlandicum* (HEER) d'Igdlokunguak, Groenland. Forme typique à lobes simples; b, Même type figuré par Heer sous le nom de *Sassafras recurvata* LESQX., du même gisement; réd.

que, toute proportion gardée, ces deux types sont identiques, le contour est découpé de la même manière et la nervation disposée suivant le même mode.

Ce type foliaire se rapproche, de plus, de celui de l'*A. Towneri* LESQX., du Dakota group, comme Heer l'a d'ailleurs fait remar-

quer¹. On rencontre, en outre, dans ce même gisement, des feuilles bi ou trilobées (fig. 5 b), à nervation peu distincte, sauf les nervures primaires, que Heer rapporte au *Sassafras recurvata* de Lesquereux et qu'il figure dans *Flora fossilis arctica*, (t. V, pl. xxxix, fig. 3). Or ces feuilles se confondent parfaitement avec celles de l'*A. Groenlandica* typique qui les accompagnent. Vu la communauté de gisement et l'identité des caractères fournis soit par la nervation, soit par le mode de découpeure des lobes, je crois devoir réunir ces types foliaires sous un même nom spécifique.

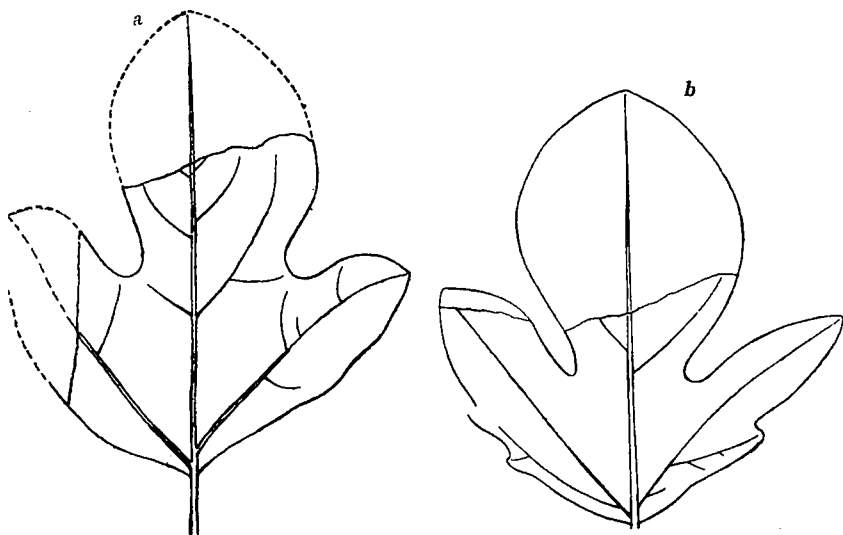


FIG. 6a-b.

a, *Araliaphyllum groenlandicum* (HEER) d'Atanekerdluk, Groenland. Forme figurée sous le nom de *Cissites formosus* HEER.; b, variété à lobes externes fortement dentés, d'Igdlokunguak.

Un autre gisement groenlandais, celui d'Atanekerdluk, fournit des feuilles qui ont, avec les précédentes, les plus grandes analogies, et qui peuvent être rapportées à titre de variétés ou de formes anormales au même type spécifique, elles sont désignées sous le nom de *Cissites formosus* HEER (*loc. cit.* vol. VI, pl. XXI, fig. 5 et 6) et se retrouvent d'ailleurs dans les gisements céno-maniens du Kansas.

Dans toutes ces formes les nervures primaires sont disposées suivant le mode observé sur les feuilles décrites sous le nom générique d'*Araliaphyllum*. A mon avis il faut donc réunir, à

1. « Ist ähnlich der *A. Towneri* Lsqx. (Cret. and tert. fl. p. 349, pl. iv, fig. 1) hat aber einen viel grössern mittlern Lappen. »

titre de variétés ou de simples variations, sous le nom d'*Araliæphyllum groenlandicum* (HEER) *nob.* les espèces suivantes : *Aralia groenlandica* HEER, *A. Ravniana* HEER, *Sassafras recurvata* LSQX., *S. hastatum* NEWB., *in part.*, *Cissites formosus* HEER, et *C. alatus* LSQX.

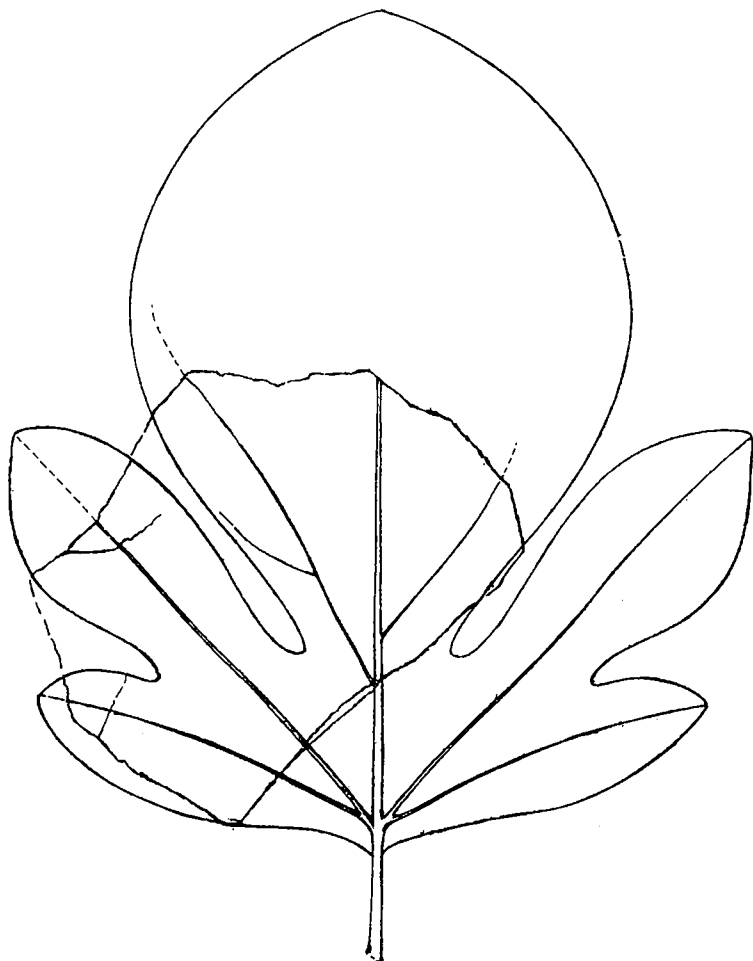


FIG. 7. — *Araliæphyllum groenlandicum* (HEER) d'Igdlokunguak, variété à lobes externes fortement lobulés, décrite sous le nom d'*Aralia Ravniana* HEER. Red.

C'est encore sous le nom d'*Aralia groenlandica* que Lesquereux a figuré des feuilles 3-5 lobées, à lobes courts, élargis et fortement émarginés au sommet; cette modification presque toujours due à une cause accidentelle est assez fréquente sur les espèces actuelles d'Araliacées. Les feuilles de Lesquereux (Fl.

du Dakota group, pl. LIV, fig. 2-3) présentent une autre anomalie qui porte sur la disposition des nervures primaires externes; celles-ci sont émises par la médiane, un peu au-dessous des primaires latérales comme cela se voit souvent sur les feuilles des Platanes actuels.

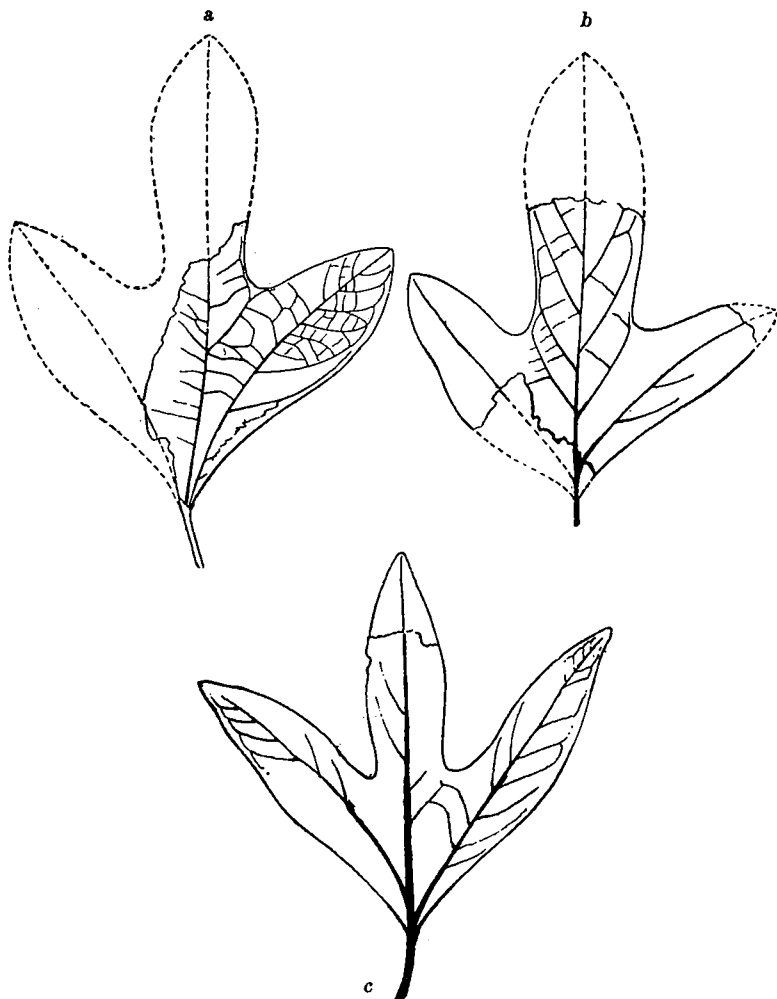


FIG. 8 a-c.

a, *Araliæphyllum Towneri* (Lsqx.), jeune feuille ; b, *Aralia Tschulymensis* HERR
c, *Sassafras angustilobum* HOLLICK.

A. *TOWNERI* Lsqx. — Dans cette espèce, dont les feuilles peuvent être à 3 ou 5 lobes, la disposition des nervures pri-

maires, identique à celles qui se montrent chez les *Araliæphyllum*, indique bien que le lobe inférieur, qui dans les feuilles à 5 lobés est souvent aussi développé que les autres, n'est, en réalité qu'un lobe accessoire, son axe étant constitué par la branche externe qui s'échappe des primaires latérales et le sinus qui le sépare du lobe voisin étant généralement moins profond que celui qui sépare celui-ci du lobe médian. Le limbe est plus ou moins longuement décurrent sur le pétiole.

Je joindrai à cette espèce, l'*A. concreta* Lsqx., qui, sous des proportions plus réduites, reproduit le même type. La forme des lobes et des sinus étant identique et la disposition des nervures primaires étant la même. Ces deux formes sont d'ailleurs associées dans les gisements cénomaniens (Dakota group.) du Kansas.

Les feuilles tribolées rapportées à l'*A. Towneri* (fig. 8 a), qui peuvent être considérées comme formes de jeunesse, présentent les plus grandes analogies avec celles d'une espèce du Miocène de la Sibérie décrite par Heer sous le nom d'*Aralia Tschulymensis* et placée ici (fig. 8 b) pour comparaison. On peut également regarder comme extrêmement voisines des feuilles trilobées de l'*A. Towneri* les empreintes, de conservation médiocre, figurées par Hollick sous le nom de *Sassafras angustilobum* (fig. 8 c) et qui proviennent du gisement albien de Gay Head où elles se montrent en compagnie des *A. groenlandica* et *A. Ravniana*.

Quant à la jeune feuille figurée par Lesquereux (Fl. of Dakota group, pl. xxxi, fig. 3), elle me paraît identique à un organe encore plus réduit provenant des mêmes gisements et décrit sous le nom d'*A. berberidifolia* dans lequel cependant les lobes sont un peu plus brusquement rétrécis au sommet.

Il me reste à signaler une feuille anormale, représentée par Lesquereux (*loc. cit.*, pl. xxi, fig. 7) et dont je donne ici une restauration (fig. 9a), dans laquelle le lobe médian est atrophié et dont les lobes accessoires externes sont beaucoup moins développés que dans les feuilles normales. Cette anomalie peut être opposée à celle qui a été décrite par Heer sous le nom d'*A. Ravniana*¹, dont il a été question précédemment et dans laquelle (fig. 9b et 7) au contraire, le lobe médian est exagérément développé, les lobes latéraux et les lobes accessoires étant d'ailleurs identiques à ceux de l'*A. Towneri*. Néanmoins, comme je l'ai déjà montré, la ressemblance me paraît être plus grande

1. Heer considérait son espèce comme semblable à *A. Towneri*, mais avec le lobe médian plus développé.

encore entre l'*A. Ravniana* et la feuille rapportée par Heer à *A. groenlandica* et représentée fig. 6*b*. Seuls, les détails de la nervation pourraient faire reconnaître les véritables affinités de

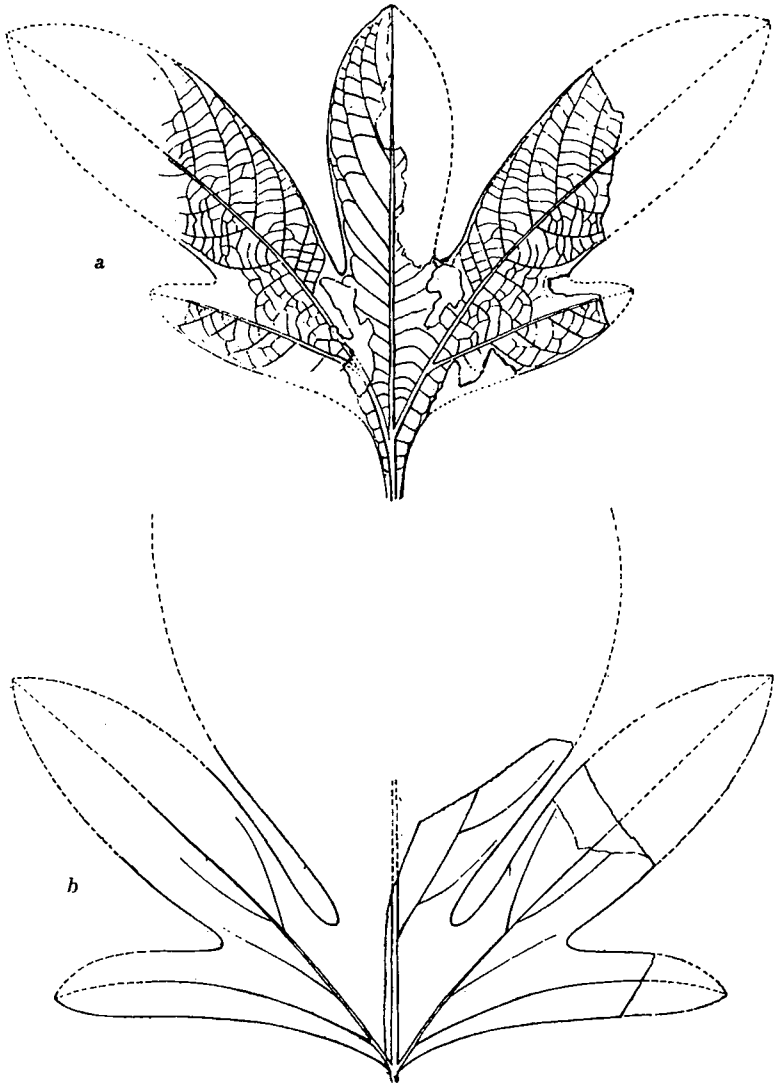


FIG. 9 a-b.

a, *Araliæphyllum Towneri* (Lsqx.), feuille anormale de Ellsworth County ; b, *Aralia Ravniana* HEER.

l'*A. Ravniana*, mais ils sont trop vaguement indiqués sur les figures se rapportant à cette forme, pour qu'il en soit fait état.

Newberry dans *Flora of the Amboy clays* représente (pl. XL, fig. 1-2) des organes de conservation médiocre qu'il rapporte à *A. quinquepartita*. Ces feuilles sont semblables à celles que Lesquereux (*Cretaceous Flora*, pl. xv, fig. 6) donne sous ce nom, indiquant qu'elle touche de près à *A. Ravniana*, mais avec un lobe médian très rétréci.

Peut-être faut-il, en effet, considérer ces feuilles comme de simples variations de l'*A. Towneri*, bien qu'elles puissent être comparées à la variété *deformata* de l'*A. Saportana*. Elles se trouvent, à Woodbridge en compagnie de l'*A. Wellingtoniana* Lsqx.

A. POLYMORPHA NEWBERRY. — Sous ce nom, l'auteur désigne des feuilles « extrêmement variables de forme, 3 ou 5 lobées; fréquemment asymétriques, à lobes obtus coniques ou légèrement rétrécis à la base, à marge entière, à nervation délicate, souvent invisible, à pétiole court ou manquant ». Dans le même gisement de Woodbridge Newberry cite deux autres espèces *A. palmata* et *A. rotundiloba* qui ne sont vraisemblablement que de simples variantes du même type et qui peuvent être comparées, quant aux modifications des contours, à celles qui s'observent très fréquemment sur le lierre actuel.

Berry dans son mémoire « *Aralia in American Paleobotany* », avait déjà fait remarquer « qu'il était possible que ces feuilles, auxquelles il ajoutait celles des *A. groenlandica* et *patens*, aient appartenu à une seule espèce. Il les maintenait néanmoins comme distinctes dans la section 2 de son groupement.

A mon avis, trois au moins de ces espèces, doivent être rapportées à un type unique. Ce sont : *A. polymorpha* NEWB. ; *A. palmata* NEWB. et *A. rotundiloba* NEWB..

Ce type semble étroitement relié d'une part à l'*Araliæphyl-lum crassinerve* FONT., et, d'autre part, à des organes arbitrairement attribués soit à l'*A. groenlandica*, soit au genre *Liquidambar*. Sans qu'il soit, en effet, nécessaire d'insister longuement sur la similitude des caractères et par la seule comparaison des figures 10a-e qui, à une échelle réduite, sont la reproduction exacte de celle des auteurs, on se rend immédiatement compte que les feuilles désignées sous les noms d'*A. rotundiloba* par Newberry (*Fl. of the Amboy Clays*, pl. xxviii, fig. 5) et d'*A. groenlandica* par Lesquereux (*Fl. du Dakota group*, pl. LIV, fig. 3) et, par Hollick, sous celui de *Liquidambar obtusilobatus* HEER (*The later extinct floras*, pl. XII, fig. 4), ne constituent qu'une seule et même espèce. Il en est de même pour les organes dési-

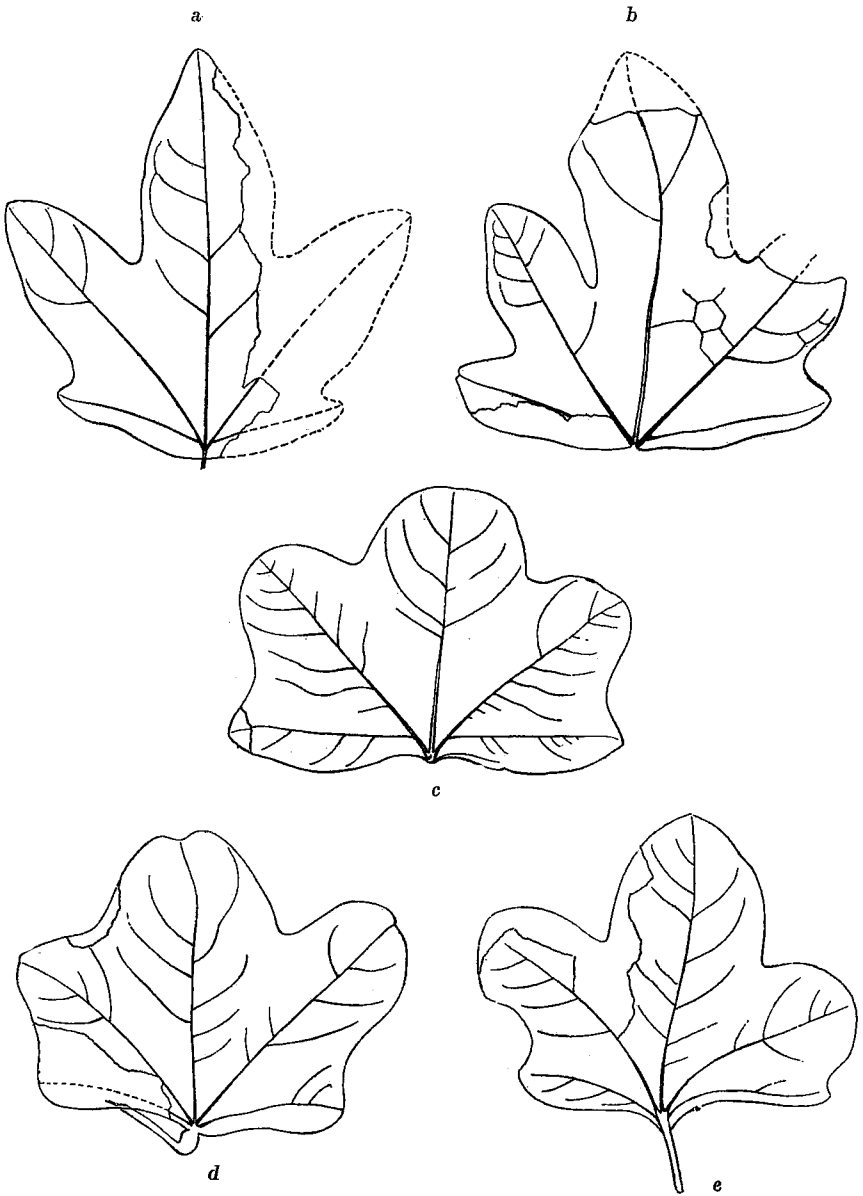


FIG. 10 a-e.

Araliæphyllum polymorphum (NEWBERRY) et les formes qui s'y rapportent: a, *Aralia polymorpha* NEWB. Cénom. Amboy Clays) de Woodbridge; b, d, *Aralia rotundiloba* NEWB., du même gisement; c, *Liquidambar obtusilobatum* HEER HOLICK, du Dakota group de Fort Harker; e, *Aralia groenlandica* HEER, LES-QUEBÉUX, du même gisement; réd. de 1/3.

gnés sous les noms d'*A. polymorpha* (The Fl. of the Amboy clays, pl. xxxix, fig. 1-5) et d'*A. rotundiloba* NEWB. (*loc. cit.* pl. xxxiv, fig. 3). La même constatation peut être faite pour les feuilles décrites sous les noms d'*A. palmata* NEWB. (*loc. cit.*, pl. xxxix, fig. 6-7 ; pl. xl, fig. 3) comparées à celles de l'*Araliæphyllum crassinerve* FONT. que je place l'une à côté de l'autre (fig. 11a-b) pour comparaison.

Je pense qu'il faut encore réunir à l'*A. polymorphum*, à titre de variété, la feuille figurée par Lesquereux (Fl. du Dakota, group., pl. xxx, fig. 1, non 2, 3, 4) sous le nom de *Sterculia mucronata*, la terminaison des lobes en un acumen bien distinct n'étant, en somme, qu'une anomalie de l'un des types précédents. La nervation paraît absolument conforme à celle observée sur les autres feuilles de ce groupe, sur *A. palmata* par exemple.

D'ailleurs sous ce même nom de *S. mucronata*, Lesquereux a figuré des feuilles qui ne peuvent se distinguer de son *S. Snowii*, et qu'il compare lui-même à son *Liquidambar integrifolium*, or je montre, plus loin, que ces deux dernières espèces doivent être confondues sous le même nom et rapportées au genre *Araliæphyllum*. Il semble donc rationnel de ramener également à ce genre le *S. mucronata*, qui se trouve mêlé, dans les gisements d'Ellsworth County, aux feuilles des *Aralias* et *Liquidambars* précités.

C'est encore au genre *Araliæphyllum*, que je rapporte tout un groupe de feuilles assez variables, quant au contour, mais dont les caractères de la nervation ne laissent aucun doute sur l'unité d'origine et qui ont été décrites par Lesquereux sous le nom de *Sterculia Snowii*, sans qu'il se soit expliqué sur le choix de cette détermination générique. Or, il faut remarquer que dans les organes à 5 lobes, représentées sous le nom de *Sterculia Snowii*, les nervures rayonnantes principales sont exactement disposées comme dans *Araliæphyllum*, contrairement à ce qu'indique la diagnose de Lesquereux¹. De plus, si l'on compare la nervation du *Sterculia Snowii* avec celle de l'empreinte représentée sous le nom de *Liquidambar integrifolium* Lsqx. (Cretaceous Flora, pl. II, fig. 1) (fig. 13) on reconnaît qu'elles sont absolument identiques, comme le montrent les figures. Il faut donc réunir ces espèces sous le même nom.

1. «... primary nerves palmately three to five, from the top of the petiole, mostly simple, thick, percurrent»; Un autre caractère, indiqué par Lesquereux, milite encore en faveur de l'attribution aux *Araliacées*, c'est l'élargissement du pétiole à sa base « the petiole generally preserved is more than 20 cm. long, strong, inflated at the base ».

Il en est évidemment de même pour les empreintes d'Ellsworth County désignées par Lesquereux sous le nom d'*Aralia radiata*

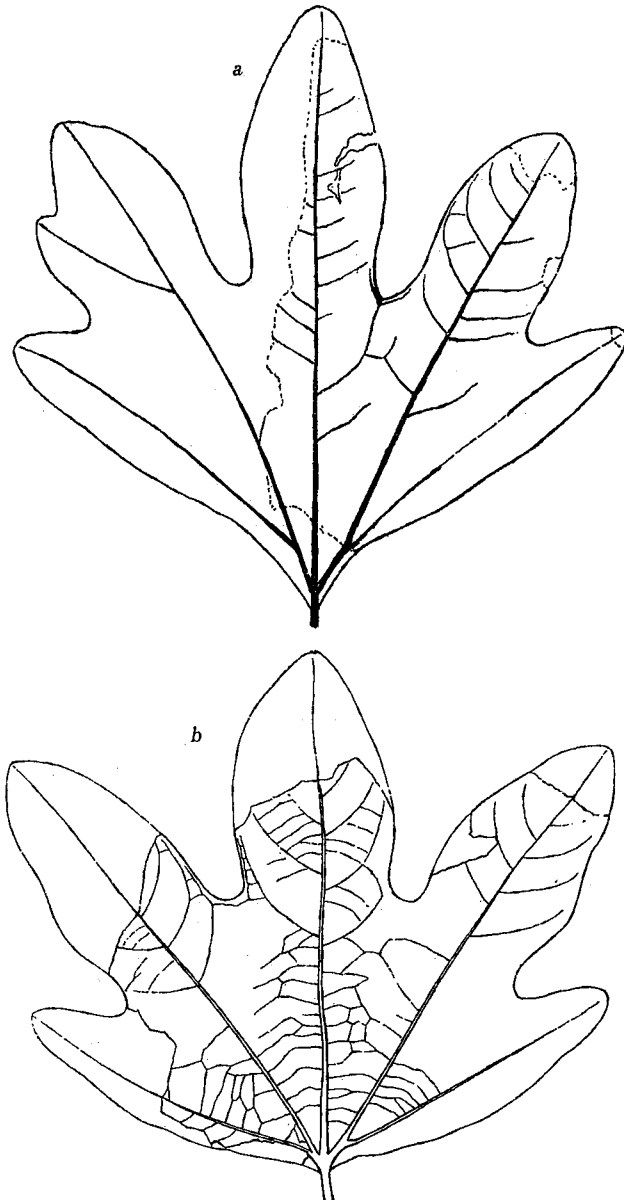


FIG. 11 a-b.

a, *Araliæphyllum crassinerve* FORT. de l'Albien de Glymont, Maryland; b, *Aralia palmata* NEWB. du Cénomaniien de Woodbridge.

(fig. 12 *b*) qu'aucun caractère essentiel ne peut faire distinguer

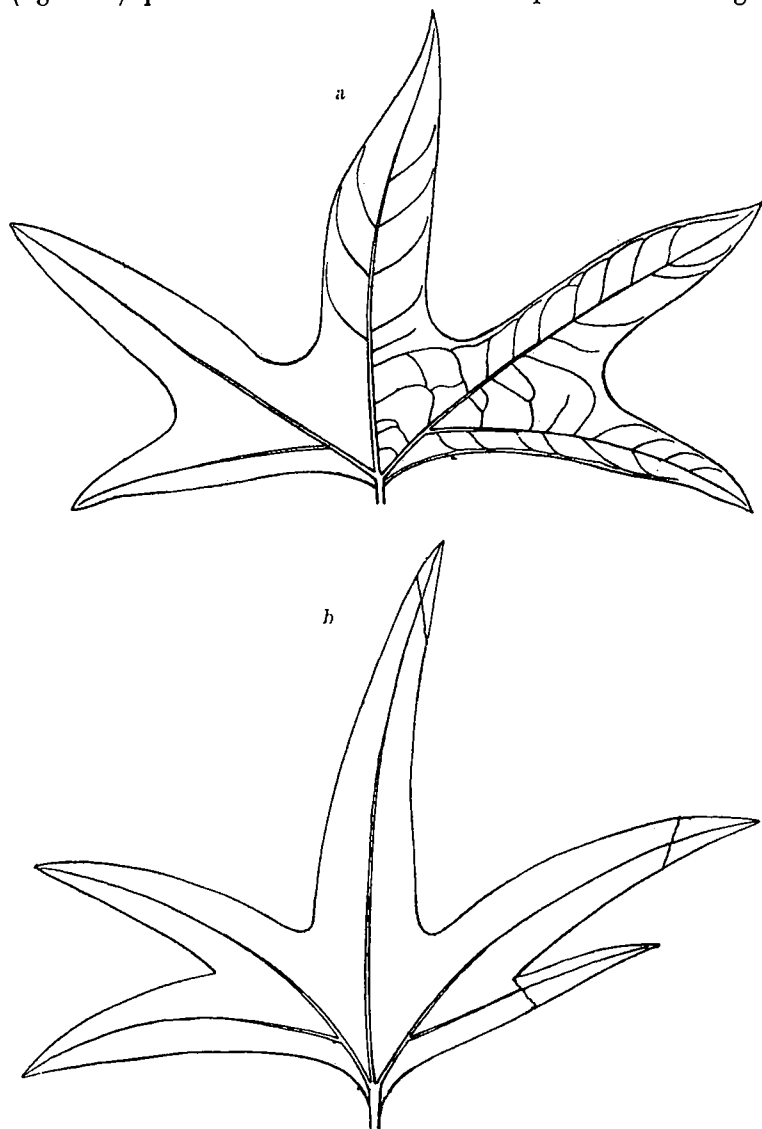


FIG. 12 a-b. — *Araliæphyllum Snowii* (Lsqx.), formes grêles.
a, feuille figurée sous le nom de *Sterculia Snowii* Lsqx., Cénomaniens du Kansas ;
b, feuille figurée sous le nom d'*Aralia radiata* Lsqx., même gisement.

des formes grêles du *Sterculia Snowii* (fig. 12 *a*). Sous des dimensions égales, les lobes et les sinus sont de forme identique,

le mode de nervation est semblable et ces feuilles sont associées les unes aux autres dans les mêmes gisements.

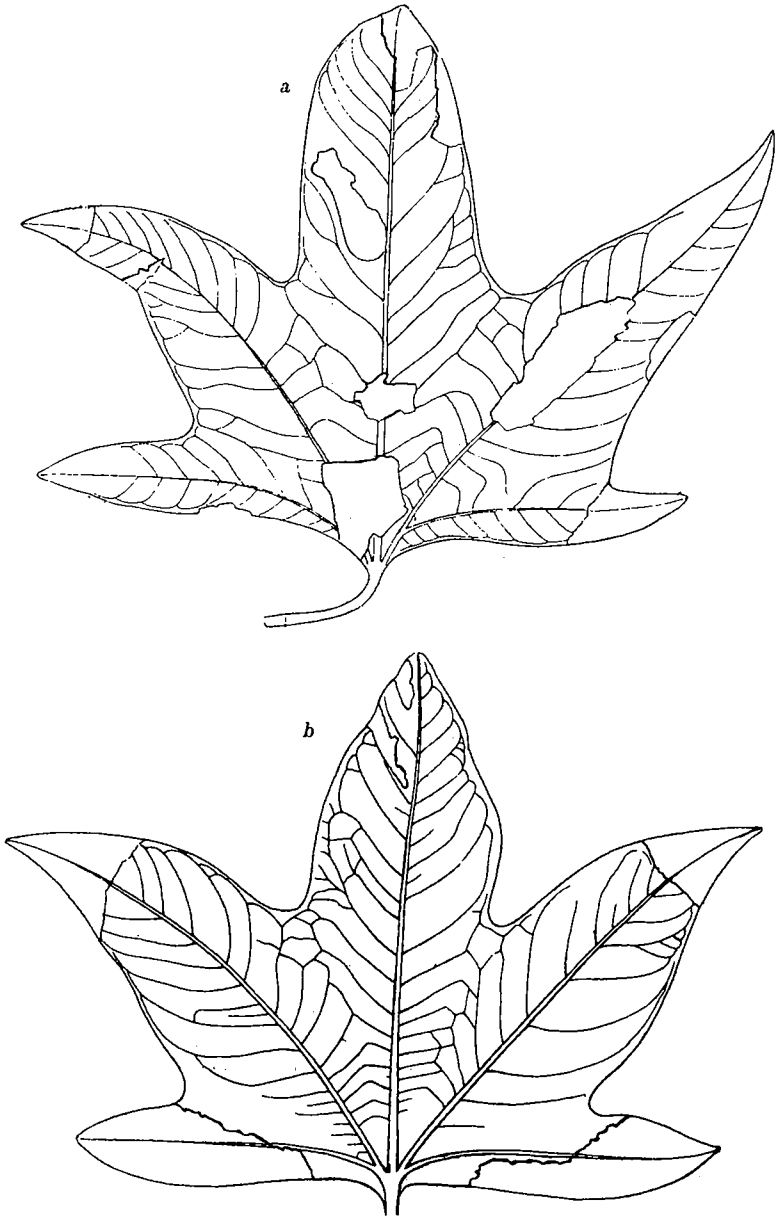


FIG. 13 a-b. — *Araliæphyllum Snowii* Lsqx. (formes trapues).
 a, Feuille figurée sous le nom de *Sterculia Snowii* par LÉSQURREUX. Cénomannien du Kansas ; b, Feuille figurée sous le nom de *Liquidambar integrifolium* Lsqx., du même gisement.

Les feuilles trilobées, représentant des organes jeunes, peuvent être confondues avec celles d'une espèce répandue dans les gisements crétaciques et tertiaires : *Sterculia Labrusca* UNG., dont les affinités génériques sont d'ailleurs très douteuses. Certaines d'entre elles peuvent également être comparées aux feuilles du *Sassafrassas acutilobum* Lsqx., qui d'ailleurs se rencontrent dans les mêmes gisements.

En résumé, et à la suite des remarques précédentes, il semble qu'un très petit nombre seulement des empreintes palmatilobées des gisements crétaciques désignées sous le nom générique d'*Aralia* aient réellement appartenu à ce genre (pris dans son acception ancienne). Elles appartiennent pour la plupart à un type archaïque, à affinités étendues, désigné par Fontaine sous le nom d'*Araliæphyllum* et dont la première apparition semble remonter à l'époque albiennaise. Ce type peut être considéré comme la souche d'une partie des Araliacées actuelles¹.

Les formes fossiles crétaciques peuvent se classer de la manière suivante :

Genre ARALIA

Nervures primaires sortant *toutes* du sommet même du pétiole, à son entrée dans le limbe.

Feuilles ne présentant que trois lobes, à bords généralement denticulés sur toute leur longueur..... **A. formosa.**

Feuilles présentant trois, cinq ou sept lobes à bords simples.

A. Kowalewskian a.

Genre ARALIÆPHYLLUM

Trois seulement des nervures primaires sortent du sommet du pétiole, dans les feuilles à cinq lobes, les deux autres n'étant que des branches externes issues de la paire latérale.

Lobes (3-5) à bords denticulés, du moins dans les feuilles normales².

A. Saportanum.

Lobes et lobules à bords non denticulés.

Nervures secondaires espacées, peu nombreuses (6-7 paires).

Feuilles à trois lobes simples ou lobulés..... **A. groenlandicum.**

Feuilles acériformes, à cinq lobes, généralement courts et élargis.

A. polymorphum.

Nervures secondaires serrées, nombreuses (plus de 10 paires).

Lobes (3 ou 5) en lancette obtus au sommet..... **A. Towneri.**

Lobes (3 ou 5) plus ou moins coniques, très aigus au sommet. **A. Snowii.**

1. Les remarques faites par M. Laurent (Flore de Ménat, p. 107), à propos du *Platanus Schimperii*, peuvent s'appliquer aux organes qui font l'objet de cette note. En effet, comme le *Platanus Schimperii*, les *Araliæphyllum* appartiennent à un groupe de formes anciennes, mal différenciées et à affinités actuelles fluctuantes et douteuses, tout en répondant à un type fossile parfaitement défini, très répandu dans le Crétacé supérieur.

2. Par exception ils sont quelquefois simples dans la variété *deformata*.

Synonymie des espèces.

- Aralia formosa* HEER, Kreide Flora v. Moletain, p. 18, pl. VIII, fig. 3, 1869. Velenosky: Die Flora der böhmischen Kreideformation, I, p. 14, pl. III, fig. 2; pl. IV, fig. 7; pl. V, fig. 2, 3, 4; *Araliphyllum formosum* (HEER). Velen. Květena českého cenomanu, pp. 50, 54, 59, 1889. *Aralia calomorpha* SAPORTA. Fl. foss. Portugal, p. 188, pl. XXXIV, fig. 15-16; pl. XXXV, fig. 1, 2, 4. *Aralia proxima* SAPORTA *loc. cit.*, p. 189, pl. XXXV, fig. 3. *Aralia triloba* VELEN., *loc. cit.*, I, p. 16, pl. III, fig. 7-8; non Newberry: *Ann. N. Y. Lyc. Nat. Hist.*; pl. IX (1868), p. 55. *Aralia minor* VELEN., *loc. cit.*, I, p. 18, pl. III, fig. 9, 1889. *Araliphyllum minus* VELEN., *loc. cit.*, p. 50-54. ? *Sterculia reticulata* LESQUEREUX. Fl. Dakota group, pl. 185, pl. XXXIV, fig. 10, 1892.
- Aralia Kowalewskiana* SAPORTA et MARION. SAPORTA, Le monde des plantes, p. 199, fig. 1. Velenosky, *loc. cit.*, I, p. 17, pl. III, fig. 1. pl. IV, fig. 1-6, 1881. *Araliphyllum Kowaleskianum* VELEN., *loc. cit.*, pp. 50, 54, 57, 1889. *Aralia Westoni* DAWSON. *Trans. Roy. Soc. Canada*, vol. III, sec. IV, p. 14, pl. IV, fig. 6, 1886.
- Araliæphyllum Saportanum* (LESQUEREUX) nob. *Ann. Rep. U. S. geol. and geog. Surv. Terr.*, p. 350, pl. I, fig. 2, 2a (1876) Cret. and Tert. Fl., p. 67, pl. VIII, fig. 1, 2; pl. IX, fig. 1, 2, 1883. *Aralia Wellingtoniana* LSQX. Fl. Dakota Gr., p. 131, pl. XXI, fig. 1; pl. XXII, fig. 2-3, 1892. — *Aralia nas-sauensis* HOLLICK: *Bull. Terr. Bot. Club.*, vol. XXI, p. 55, pl. 174, fig. 3, 7, 1894. *Aralia Saportana* var. *deformata* LSQX.: Fl. Dak. Gr., p. 131, pl. XXIII, fig. 1-2. — ? *Aralia quinquepartita* LSQX. in part., NEWBERRY: Later extinct Fl. of North America, pl. IX, fig. 1, 1898.
- Araliæphyllum groenlandicum* (HEER) nob. HEER Fl. Foss. Arct., vol. VI, pt 2, p. 84. pl. XXXVIII, fig. 3; XXXIX, fig. 1; XLVI, fig. 16-17, 1882. — *Aralia Ravniana* HEER, *loc. cit.*, XXXVIII, fig. 1 et 2. — *Sassafras recurvatum* LSQX. Cret. Fl., p. 71, pl. X, fig. 3-5, 1874. HEER, *loc. cit.*, pl. XXXIX, fig. 3, 1882. *Sassafras hastatum* NEWBERRY, in part. Fl. Amboy Clays, p. 88, pl. XXVII, fig. 4-6, XXVIII, 1-2. *Cissites formosus* HEER, *loc. cit.*, p. 85, pl. XXI, fig. 5-8. LESQUEREUX, Fl. Dak. gr., p. 161, pl. XXI, fig. 5, 1892; NEWBERRY., Fl. Amboy Clays, p. 107, pl. XLVII, fig. 1-8. 1896. *Cissites alatus* LSQX. Fl. Dak. Gr. p. 160, pl. XXIII, fig. 6, 1892.
- Araliæphyllum Towneri* (LESQUEREUX) nob. — Cret. and Tert., Fl., p. 62, pl. VI, fig. 4, 1883; Fl. Dak. Gr., q. 132, pl. XXIII, fig. 3-4; pl. XXXI, fig. 1, 1892. — *Aralia concreta* LSQX.: *Ann. Rep. U. S. geol. Surv. Terr.*, p. 349, pl. IV, fig. 2, 4, 1876. *Sassafras angustilobum* HOLLICK: *cret. Fl. of South. New-York and New England*, p. 77, pl. XXIX, fig. 1-4, 1906. *Aralia berberidifolia* LSQX. Fl. Dak. Gr., p. 135, pl. XVI, fig. 11, 1892. *Sassafras acutilobum* Cret. and Tert. Fl. pl. V, fig. 1, 1883.
- Araliæphyllum polymorphum* (NEWBERRY) nob. Fl. Amboy Clays, p. 118, pl. XXXIX, fig. 1-5 (1895). *Aralia palmata* NEWB., *loc. cit.*, p. 117, pl. XXXIX, fig. 6-7; XI, fig. 3; *Aralia rotundiloba* NEWB., *loc. cit.*, p. 118, pl. XXVIII, fig. 5; XXXVI, fig. 9. *Liquidambar integrifolium* LSQX. Cret. Flor., pl. XXIV, fig. 2, pl. XXIX, fig. 8, 1874. *Liquidambar obtusilobatum* (HEER).

HOLLICK: The later. ext. Fl. of N. amer., p. 101, pl. v, fig. 4; XII. fig. 4, *Aralia groenlandica* HEER *in part* LESQX. Fl. Dak. Gr. p. 134, pl. LIV, fig. 3, non 1 et 2.

Araliaphyllum Snowii (LESQUEREUX) *nob. Sterculia Snowii* Lsqx. Fl. Dakota Gr., p. 183, pl. xxx, fig. 5; pl. xxxi, fig. 2, 3; pl. xxxiii; pl. xxxiii, fig. 1-4, 1892? *Sassafras acutilobum* Lsqx., *in part*. Crét. flor., pl. xiv, fig. 1. *Liquidambar integrifolium* Lsqx. Cret. Fl., p. 56, pl. II, fig. 1-3. Non xxiv fig. 2, non xxix, fig. 8, 1874.

SUR LA PRÉSENCE DU BARTONIEN DANS LA CHALOSSE

PAR **J. Lambert**¹.

Notre savant confrère M. Jean Cottreau a publié récemment une intéressante étude sur les Echinides du Nummulitique en Chalosse². Ce travail a d'autant plus vivement attiré mon attention que j'avais moi-même entrepris une revision des Echinides du Bordelais et que j'ai été amené à me préoccuper du niveau stratigraphique exact des assises qui les contiennent³.

M. Cottreau a cru devoir rapporter la plus grande partie des espèces par lui étudiées au Lutétien et conclure à leur synchronisme avec celles qui vivaient à *la même époque* dans le bassin de Bordeaux. Mon savant confrère, en formulant cette affirmation relative à l'âge lutétien des assises du Bordelais, est sans doute parti de cette idée reçue et généralement acceptée que les couches éocènes de Blaye appartiendraient à l'étage lutétien. Mais ce point est essentiellement problématique et, depuis les travaux de M. Henri Douvillé⁴, ne saurait être simplement affirmé sans preuves à l'appui. On me reprochera sans doute d'avoir admis moi-même la concordance dont je révoque ici en doute l'exactitude; mais je ne l'ai admise qu'à titre provisoire et comme base de discussion d'études ultérieures devant porter sur Biarritz, la Chalosse, les Hautes-Pyrénées, etc.⁵.

Est-il exact que les Echinides recueillis dans la Chalosse fournissent un argument à l'appui de l'âge lutétien des assises du Bordelais? Parmi les espèces communes aux deux régions je ne trouve que trois Echinides de l'Eocène, *Fibularia affinis*, *Echinanthus Desmoulinsi* et *Sismondia marginalis*. Mais ces espèces n'ont pas été recueillies ensemble, la première est de Gibret, la seconde de Préchacq, la dernière d'Horsarieu. Et pour affirmer leur âge, il faudrait établir qu'elles ont été recueillies dans une même assise avec d'autres espèces caractéristiques d'un niveau déterminé. Or cette démonstration n'a pas été faite.

1. Note présentée à la séance du 16 janvier 1914.

2. *B. S. G. F.*, (4), XI, p. 429.

3. J. LAMBERT et J. LABRIE. Revision des Echinides fossiles du Bordelais. *Actes Soc. linn. Bordeaux. Juillet 1912*.

4. *B. S. G. F.*, (4), X, p. 58.

5. Revision des Echinides du Bordelais, p. 4 et suiv. p. 69 et suiv.

Les caractères du petit *Fibularia affinis*, sont encore trop insuffisamment précisés pour étayer sur cette espèce un synchronisme quelconque. Cotteau le figure (Echin. Eoc. II, pl. 291) avec un périprocte inframarginal, ou très rapproché du bord, mais le décrit comme ayant ce périprocte au quart de la distance du bord au péristome. Tous les individus recueillis par moi à Blaye sont conformes à la description. Mais nous ignorons si l'individu de Gibret est conforme à la description ou aux figures et dans ces conditions j'estime difficile d'affirmer un synchronisme sur la présence d'un pareil fossile, en l'absence de toute indication complémentaire.

Echinanthus Desmoulini est cité à Préchacq avec *E. sopitianus*, *Spatangus ornatus* et *Hypsopatagus Meneghini*, le premier du Lutétien de Biarritz, le second du Tongrien et le dernier du Stampien. Ces Echinides prouvent qu'il existe à Préchacq des assises successives et distinctes; mais comment en conclure que l'*E. Desmoulini* est en Chalosse plutôt du Lutétien que d'un autre étage? et surtout que les couches à *E. Desmoulini* de Saint-Palais et de Blaye sont synchroniques du Lutétien de la Chalosse tel qu'on le connaît par exemple à Donzacq? *Echinanthus Desmoulini* n'existe ni dans le Lutétien de Biarritz, ni dans celui de la Haute-Garonne ou des Corbières; mais on le retrouve en Provence au niveau du Bartonien. Voilà qui ne permet guère d'en faire une espèce lutétienne. Je sais bien qu'un paléontologiste a toujours à son service les faciles hypothèses des différences de faciès, de migration ou d'habitat bathymétrique; mais ces arguments ne doivent être employés qu'avec beaucoup de réserve.

Quant au prétendu *Sismondia marginalis* parfaitement décrit et largement figuré par M. Cottreau, cet auteur le signale seul à Horsarieu; il s'y trouve en réalité avec d'autres espèces que nous examinerons plus loin.

Notons d'abord que le *Scutella marginalis* DESMOULINS, très fréquent dans les couches supérieures de Blaye à *Echinolampas similis*, n'est pas un *Sismondia*; il n'en a ni la forme, ni les pétales, ni surtout les cloisons internes simples. C'est, comme je crois l'avoir établi¹, un véritable *Echinodiscus*.

Quoi qu'il en soit de cette question générale, M. Cottreau considère l'espèce dans la Chalosse comme un type extrême qui appartient sûrement au Lutétien supérieur. Cette affirmation est d'ailleurs immédiatement corrigée par cette observation que

1. Revision des Echinides du Bordelais, p. 30.

M. Dubalen incline à attribuer l'espèce à des couches bien plus récentes. En présence de cette divergence d'opinion, j'ai repris l'examen des figures données par M. Cottreau et la détermination proposée m'a paru fort douteuse. Le petit *Echinodiscus* des Landes n'a ni exactement la même forme, ni les mêmes pétales, ni les mêmes tubercules que l'*Echinodiscus* de Blaye. Dans ces conditions j'ai eu recours à l'obligeance de M. Dubalen et celui-ci, avec une amabilité dont je ne saurais trop le remercier, a bien voulu m'envoyer quelques individus d'Horsarieu. J'ai de suite constaté que ces individus des Landes diffèrent de l'espèce de Blaye par leur test subconique sous le sommet, en forme plus accentuée de chapeau-chinois, par leurs bords moins épais, leurs pétales bien plus courts, leur périprocte plus rapproché du bord, par leur granulation plus fine, plus homogène, avec tubercules plus espacés, moins nettement scrobiculés. Ils appartiennent pour moi à une forme différente que je désigne provisoirement sous le nom d'*Echinodiscus* d'Horsarieu, en renvoyant pour les détails de la description et des figures au travail de M. Cottreau¹.

Un mot en passant sur les *Echinodiscus* de Blaye. M. Cottreau a rapproché l'*Echinodiscus* d'Horsarieu non du type du *Scutella marginalis* DESMOULINS, mais d'une prétendue variété, *Lagana tenuissima* AGASSIZ. Or le type du *Scutella marginalis* de Blaye est le moule V. 9, correspondant aux figures 1, 3 de la planche 26 de la Monographie des Scutelles. Le type du *Lagana tenuissima*, également de Blaye, est le moule M. 40, représenté aux figures 4, 6 de la même planche 26. Ce dernier a ses bords un peu moins renflés que le premier, mais on trouve à Blaye entre les deux tous les intermédiaires et le second n'est, de toute évidence, qu'un synonyme du premier. Ainsi que Cottreau l'a reconnu (Pal. franç. Eoc. II, p. 271), la modification dans le renflement du bord n'a même pas la valeur d'une variété; elle ne correspond à aucun caractère de valeur physiologique ou géographique, car la forme plate et arrondie de Saint-Palais n'est pas le *Lagana tenuissima*, qui provenait de Blaye. Il n'existe donc pas de réelle variété *tenuissima* de l'*Echinodiscus marginalis*, mais seulement des individus à bords individuellement plus ou moins renflés.

On trouve, il est vrai, à Blaye une forme plus déprimée sur ses bords que l'*Echinodiscus marginalis*, avec pétales un peu plus courts et un peu moins ouverts; mais cette forme n'est pas le

1. *Op. cit.*, p. 436, pl. VI, fig. 14, 31.

Lagana tenuissima; il suffit de la comparer au moule M. 40 pour s'en convaincre. Cottreau en a fait son *Præscutella Degrangei*, lequel dépourvu de réels sillons à la face orale¹, n'est évidemment pas un *Præscutella* mais encore un *Echinodiscus*. L'*Echinodiscus* d'Horsarieu se rapproche si étroitement de cet *Echinodiscus Degrangei* COTTEAU (*Præscutella*) de Plassac et de Blaye qu'il est impossible de l'en séparer.

Ainsi en ce qui concerne l'*Echinodiscus* d'Horsarieu, l'identité avec *E. marginalis* ne me paraît pas démontrée; elle s'établit plutôt avec *E. Degrangei* d'ailleurs du même niveau stratigraphique et l'argument de synchronisme que l'on a voulu tirer de sa présence conserve toute sa valeur. M. Cottreau ne paraît donc pas s'être trompé en considérant comme du même âge la petite assise d'Horsarieu et les calcaires de Blaye; mais il ne s'en suit nullement que cette assise d'Horsarieu, comme celle à *Echinanthus Desmoulini* de Préchacq soient lutéliennes.

En raison de l'intérêt de cette question d'âge stratigraphique, j'ai encore eu recours à l'obligeance de M. Dubalen et celui-ci a bien voulu fouiller à nouveau le gisement d'Horsarieu et me communiquer le résultat de ces fouilles, soit deux autres espèces d'Echinides et une faunule de Mollusques parfaitement déterminables.

En ce qui concerne les Echinides, l'un est un petit *Fibularia* malheureusement trop fruste pour être correctement déterminé, mais très voisin du *F. affinis* DESMOULINS de Blaye. L'autre est un *Eoscutum*² presque circulaire, subrostré en arrière, à péripacte supramarginal, face supérieure plane, légèrement soulevée vers l'apex, à bords médiocrement épais et face inférieure sub-concave. L'espèce est certainement nouvelle et je la fais figurer dans l'Essai de nomenclature raisonnée des Echinides³, sous le nom d'*Eoscutum Dubaleni*. Au point de vue stratigraphique cette espèce nouvelle ne peut nous être d'aucun secours.

Pour les Mollusques, j'ai eu recours à l'obligeance de mon ami M. Cossmann, auquel je suis heureux d'adresser ici tous mes remerciements. Voici le résultat de ses déterminations :

1. Pal. Fr. Eoc. II, p. 259, pl. 267. Cottreau dit que les sillons de la face orale de cette espèce sont très atténués, à peine distincts; il dit de son *Sismondia marginalis*: « à la face inférieure les sillons ambulacraires sont droits, très atténués, à peine distincts ». En réalité ces deux *Echinodiscus* sont dépourvus de véritables sillons à la face orale.

2. Ce genre, établi dans le 2^e fascicule de notre Revision des Echinides du Bordelais, a pour type mon ancien *Porpitella Doncieuxi*. Il diffère de *Porpitella* par l'absence de sillons à la face orale, même chez l'adulte.

3. Essai de Nomenclature raisonnée des Echinides, pl. VIII, fig. 3, 5.

<i>Ostrea plicata</i> SOLAND.	* <i>Cardium porulosum</i> LAMK.
<i>Limatula Barreti</i> MORLET.	* <i>Callista suberycinoides</i> DESH.
* <i>Miltha gibbosula</i> LAMK.	* — <i>Heberti</i> DESH.
* <i>Lucinoma saxorum</i> LAMK.	<i>Dentalium grande</i> DESH.
* <i>Corbis lamellosa</i> LAMK.	<i>Trochus margaritaceus</i> DESH.
<i>Divaricella ermenouvillensis</i>	<i>Mesalia Heberti</i> DESH.
DESH.	<i>Strombus bartonensis</i> SOL.
<i>Phacoides inornatus</i> DESH.	* <i>Eryptoconus filusus</i> LAMK.

Sur quinze espèces cette liste en contient sept, marquées d'un astérisque, connues du Lutétien, mais qui remontent toutes dans le Bartonien. Les huit autres sont du Bartonien.

Ainsi le gisement d'Horsarieu doit être considéré comme plus récent que le Lutétien et être attribué plutôt au Bartonien qu'à l'Auversien. Il présente un faciès très particulier, extrêmement voisin de celui du Bartonien du bassin de Paris, différent de la faune de Blaye à laquelle il se rattache cependant par ses Echinides.

Ces observations conduisent donc à cette conclusion qu'au-dessus du Lutétien il existe dans la Chalosse une assise d'âge probablement Bartonien renfermant quelques Echinides identiques à des espèces du Calcaire de Blaye dans la Gironde. Ce fait constituerait un argument nouveau pour faire des Calcaires à *Echinolampas similis* et *Echinodiscus marginalis* du Bordelais, non du Lutétien, mais, sinon du Bartonien, au moins de l'Auversien.

SUR L'ALLURE TECTONIQUE DES ENVIRONS DE
LICQ-ATHEREY ET DE SAINTE-ENGRACE
(BASSES-PYRÉNÉES)

PAR **Léon Bertrand** ¹.

L'essai d'interprétation de la structure des Pyrénées occidentales que j'ai exposé ici, il y a trois ans déjà, et les observations que M. Termier et moi avons faites depuis lors sur ce même sujet viennent d'être longuement contestés par M. E. Fournier, dans sa récente note publiée au *Bulletin* (4^e série, t. XIII, 1913, p. 183-211). La majeure partie de l'argumentation de notre confrère consiste d'ailleurs à nous opposer les multiples erreurs que présenteraient les contours des feuilles Mauléon, Bayonne et Saint-Jean-Pied-de-Port de la Carte géologique à 1/80 000.

Je ne veux pas préjuger de la réalité de toutes ces erreurs, dont certaines seraient si grossières, suivant le dire de notre confrère, qu'elles en sont vraiment peu vraisemblables. Mais mes observations personnelles me permettent, par contre, d'affirmer qu'à mon avis, quelques attributions proposées dans sa note en ajouteraient d'autres. C'est le cas, par exemple, en ce qui concerne l'attribution des quartzites de Bordagaray à la base du flysch créacé, alors qu'elle font évidemment partie d'un même ensemble avec les couches primaires plus ou moins métamorphiques et avec la mylonite formée de fragments des mêmes quartzites qui, sur la route d'Armendarits, repose sur la tranche des couches créacées suivant une complète discordance. Celle-ci ne saurait être que mécanique, aussi bien dans l'hypothèse de M. Fournier que dans la nôtre. Pour citer un second exemple, c'est aussi le cas pour l'attribution au Cénomaniens de la brèche de la gare de Saint-Étienne-de-Baigorry, d'origine évidemment tectonique, dans laquelle M. Termier et moi avons signalé des morceaux de Crétacé supérieur au milieu des blocs d'ophite, de grès rouge permien, de calcaires jurassiques et créacés et de schistes primaires.

Pour mettre les choses au point, je tiens d'ailleurs à rappeler simplement que *j'ai été entièrement étranger au levé des feuilles*

1. Note présentée à la séance du 2 février 1914.

en question; je n'ai donc pas qualité pour me substituer à leurs auteurs, parmi lesquels se trouve M. Fournier lui-même, ni pour discuter à leur place les imputations d'inexactitude les concernant, dont est remplie la note de notre confrère. Par exemple, lorsqu'il écrit « qu'il y a bien des points où les contours de la feuille de Mauléon sont en contradiction avec des *réalités vérifiables* », la faute n'en saurait être évidemment qu'aux deux auteurs de cette feuille, dont M. Fournier, et non à moi.

Lorsque j'ai exposé mon essai d'interprétation de la structure des Pyrénées occidentales, dans le but indiqué de servir de fondement à une discussion scientifique, j'ai simplement montré :

1°) que les contours de la feuille de Mauléon sont souvent incompatibles avec les interprétations, traduites par des coupes, qu'en avaient données ses auteurs ;

2°) que, par contre, *en les supposant a priori exacts*, ils semblent mieux s'interpréter géométriquement par la continuité de l'explication que j'avais antérieurement donnée de la structure des Pyrénées orientales et centrales, d'après mes recherches personnelles, en complétant cette interprétation par de nouvelles complications seulement ébauchées dans les parties plus orientales de la chaîne.

Pour celles-ci, j'espère que la récente publication de mes *Coupes annexées à la feuille de Foix* et de leur Notice explicative (*Bull. Carte géol. Fr.*, n° 134), aura apporté un faisceau d'arguments plus décisif en faveur de l'existence des nappes nord-pyrénéennes ariégeoises que le sont, en sens inverse, les affirmations de MM. Carez et Roussel, sur lesquelles s'appuie si catégoriquement M. Fournier dans sa dernière note. On peut en être d'ailleurs un peu surpris, car, dans cette même note, il contredit en tant de points — sans citer son nom, il est vrai — les travaux du premier d'entre eux pour la feuille de Mauléon. Je ne puis croire, en tout cas, que les géologues familiers avec la question des nappes souscriront à la conclusion que MM. Carez et Roussel ont « apporté à l'étude des Pyrénées centrales et orientales les arguments et les faits les plus décisifs à l'encontre de la théorie des grands charriages ».

Dans cette note consacrée à la discussion des critiques qui me sont exclusivement personnelles, je ne veux pas étudier en détail les arguments qu'apporte M. Fournier contre l'application de cette hypothèse au massif du Labourd. Cependant, je ferai observer que l'explication qu'il en donne, par un jeu de compartiments périphériques, en forme de croissants, qui se seraient mutuellement chevauchés après avoir été primitivement effon-

drés, apparaît comme bien compliquée. Je constaterai, en outre, que la nouvelle coupe du monticule au S.S.W. de Jaxu (*loc. cit.*, fig. 9), avec ses imbrications superposées en sens inverse et l'étranglement considérable de leur enracinement, rappelle toujours singulièrement les coupes qu'on donnait des klippen alpines et des Préalpes avant que le rôle des grands charriagés y eût été mis hors de doute.

J'aborderai donc directement la discussion de fait pour la région de Licq-Atherey et de Sainte-Engrace, la seule pour laquelle m'intéresse spécialement la récente note de M. Fournier (p. 207-210). Tout d'abord, je ne sais pourquoi, dans cette note, mon confrère parle d'une « nouvelle interprétation, qui a paru pendant que sa note (de 1911) était à l'impression ». Je n'ai donné qu'une seule interprétation de cette région, qui avait été publiée dans les *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* du 20 février et du 6 mars 1911, alors que la note en question de M. Fournier n'a été présentée à la Société géologique que dans la séance du 20 mars suivant. Il lui eût donc été loisible de critiquer ma coupe dès ce moment, au lieu de se borner à en faire simplement mention dans une note infra-paginale ajoutée en cours d'impression et de discuter seulement ma première note aux *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, où je n'avais donné qu'une carte schématique et pas encore de coupe.

Dans cette coupe, j'ai figuré la possibilité de replis couchés au Sud, intéressant à la fois le Primaire de la zone axiale (Pr_m) et le Crétacé supérieur qui lui est stratigraphiquement superposé. C'est parce que de semblables chevauchements existent indiscutablement à peu de distance vers l'Est, dans la région des Eaux-Chaudes et des Eaux-Bonnes, et qu'il m'a semblé probable qu'ils ne se terminent pas brusquement vers l'Ouest, sans aucune répercussion dans la région de Sainte-Engrace. Cela n'implique nullement, comme le pense M. Fournier, que j'ignorais et que je n'aurais pas figuré l'existence du Carbonifère du fond de la gorge de Cacouette.

Dans ma coupe, ce Carbonifère est indiqué en profondeur, au Sud du vallon de Sainte-Engrace, au-dessous de la série c^{9-7} qui forme le substratum du Primaire charrié d'Heylé et du Pic de Lacoura et dans laquelle est creusé le cañon de Cacouette (celui-ci n'a pas été dessiné parce qu'il n'était pas dans le plan de la coupe et pour conserver à celle-ci son caractère schématique). Mais, j'ai admis comme possible, ainsi que je viens de le dire, que ce Carbonifère forme, avec le Crétacé qui lui est superposé, une simple lame semblable à celle qui, aux Eaux-Chaudes,

surmonte le Crétacé vraiment autochtone, directement déposé sur le soubassement primaire. C'est cette possibilité que j'ai indiquée dans cette coupe schématique, par laquelle j'ai cherché à grouper, à la fois, les particularités résultant de l'examen de la carte aux points où passe la coupe, pour ses parties superficielles, et de celles dont il semble qu'on soit fondé à admettre la prolongation en profondeur, par continuité avec ce qui a lieu indiscutablement plus à l'Est. On n'aurait pas davantage le droit d'affirmer la non-existence de ce chevauchement supposé d'une lame de Carbonifère entre deux c^{9-7} , formant le substratum stratigraphique de celui du dessus et, au contraire, anormalement superposée à celui du dessous, que je ne serais moi-même en mesure de prouver son existence.

En suivant l'ordre des critiques de M. Fournier, on arrive au repli du Pic de la Begousse ; il persiste à voir là dans mon interprétation l'existence d'un champignon, c'est-à-dire d'un déversement *périphérique*, alors que je me suis déjà élevé formellement contre cette idée. Ne voulant pas reproduire purement et simplement ce que j'ai déjà écrit à ce sujet, d'une façon que je crois suffisamment explicite (*C.R. sommaire séances Soc. géol.*, année 1912, n° 3, p. 19-20), je me bornerai à renvoyer à cette note antérieure.

Ensuite, M. Fournier revient, en précisant cette fois son idée par des chiffres, sur une objection déjà émise par lui, en une note infrapaginale, dans sa note au *Bulletin* de 1911, dont je croyais cependant avoir fait justice dans une première réponse (*C.R. sommaire séances Soc. géol.*, année 1911, n° 18, p. 177). Je ne puis croire qu'il ait été lui-même dupe de l'argumentation par laquelle il conclut que la formation du repli de terrains secondaires situé au devant du front de la nappe C, au Nord de Licq-Atherey et plus à l'Est, que j'ai désigné par B', aurait nécessité « quatre mouvements successifs, de 180° chacun, représentant en tout 720° ou au minimum 540° ».

Je rappellerai que, dans ma conception, ce repli B' est simplement un bourrelet dans lequel les couches supérieures de la série B ont été accumulées en avant du front de la nappe supérieure C et avec léger rejaillissement local sur celui-ci, à la façon de la neige qui s'amoncele à l'avant d'un traîneau qui laboure plus ou moins sa surface (fig. 1). Je croyais que ma pensée à ce sujet était suffisamment claire, puisque j'ai admis, en donnant des arguments, que la translation de la nappe C sur la série secondaire inférieure B avait pu, au niveau du Trias toujours plus plastique que les couches supérieures ou inférieures, produire un

décollement dans cette série secondaire B. Sous la poussée résultant de l'avancée du front de la nappe C, ses terrains supérieurs au Trias auraient reflué en avant de ce front, en s'y replissant forcément et donnant très simplement naissance à ce bourrelet, dont la partie postérieure a pu rejaillir plus ou moins en arrière sur ce front (fig. 1). C'est à ce mécanisme si simple que M. Fournier semble attribuer le quatrième des 180° qu'il additionne, en le considérant comme le dernier temps du phénomène compliqué qu'il imagine et comme un « renversement d'une partie du repli B' vers le Sud ».

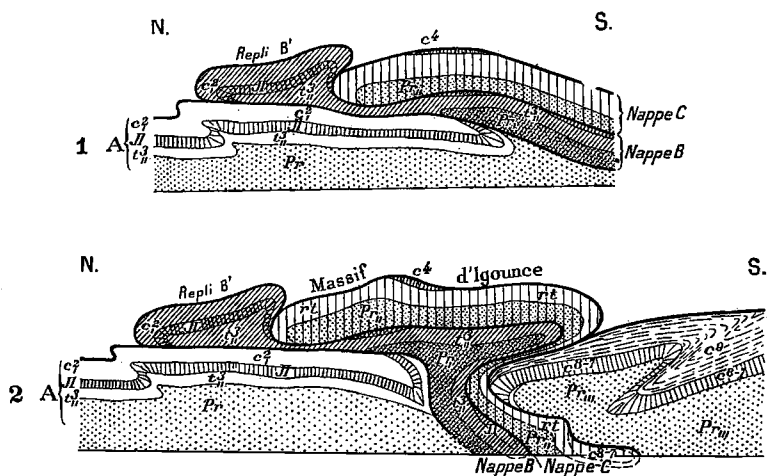


FIG. 1. — SCHÉMA DE LA FORMATION DU REPLI B' EN AVANT DU FRONT DE LA NAPPE C.
 FIG. 2. — SCHÉMA DE LA FORMATION DU PLI COUCHÉ DE SAINTE-ENGRACE et de replis possibles dans la série autochtone méridionale (type des Eaux-Chaudes).

Pr, Terrains primaires de la base de la série secondaire A; *Pr'*, Terrains primaires de la base de la nappe B; *Pr''*, Terrains primaires de la nappe C; *Pr'''*, Terrains primaires de la base de la série autochtone méridionale; *r1*, Poudingues et grès permo-triasiques; *t*, Calcaires et argiles bariolées du Trias, avec ophites; *Jl*, Lias et Jurassique; *c2*, Calcaires et marnes aptiens et albiens; *c4*, Cénomaniens; *c8-7*, Calcaire crétacé des cañons; *c9*, Flysch crétacé supérieur.

Nota. — L'allure des racines des nappes B et C, ainsi que l'indication d'un repli dans la série méridionale ne sont figurées que d'une façon hypothétique, ainsi que cela est expliqué à la page 39.

Le premier des quatre mouvements de 180° invoqués correspondrait, semble-t-il, à l'avancée de la nappe B vers le Nord, résultant de son chevauchement sur l'Albien de Tarbets, qui peut d'ailleurs, s'être produit en même temps que celui de la nappe C. Mais M. Fournier le qualifie de « renversement de la nappe B » et je ne puis comprendre qu'il interprète ainsi une simple

translation tangentielle *sans aucun renversement*, puisqu'il s'agit d'une portion du flanc normal de la nappe B et non de son flanc renversé. En admettant même l'existence originelle d'un ancien anticlinal droit, qui se serait ultérieurement couché, cela n'amènerait pas à un mouvement angulaire de 180° , et d'ailleurs cette explication de la formation d'une nappe ne serait guère soutenable.

Quant au repliement simultané des deux nappes B et C, auquel j'ai attribué la formation du pli de Sainte-Engrace (fig. 2), il s'est évidemment produit en arrière du repli B' et *postérieurement à sa formation*, puisque la nappe C avait acquis sa position actuelle par rapport au front de B. C'est encore le résultat d'une simple compression tangentielle, et ce pli a parfaitement pu se produire *sans que le repli B' ait bougé à nouveau*. Admettre, avec M. Fournier, que la formation de ce repli de Sainte-Engrace ait fait décrire à B' ses deux mouvements 2 (renversement de la nappe B vers le Sud) et 3 (renversement du repli B' vers le Nord), de 180° chacun, supposerait que ce pli de Sainte-Engrace se soit fait par deux repliements complets, successifs et en sens inverse, de toute la partie antérieure de la nappe B (fig. 3).

Sous une autre forme, admettre que la production du pli de Sainte-Engrace a fait décrire à B' deux mouvements représentant un total de 360° (et s'il y avait plusieurs plis semblables, un total de n fois 360°) reviendrait à dire que, lorsqu'un nageur plie ses membres postérieurs après extension, sa tête rejetée plus ou moins en arrière, qu'on peut assimiler au repli B', exécuterait une semblable somme de mouvements de 360° . Je crois inutile d'insister plus longuement. On ne saurait évidem-

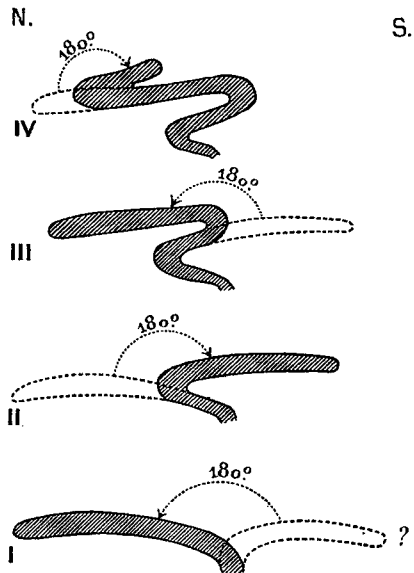


FIG. 3. — SCHÉMA DES QUATRE MOUVEMENTS SUCCESSIFS DE 180° ÉNUMÉRÉS PAR M. FOURNIER POUR LA FORMATION DU REPLI B'.

I, Renversement de la nappe B vers le Nord (?); II, Renversement de la nappe B vers le Sud; III, Renversement du repli B' vers le Nord; IV, Renversement d'une partie du repli B' vers le Sud.

ment considérer cette objection de M. Fournier que comme une simple boutade et non comme un argument, car elle témoignerait, si elle était prise au sérieux, d'une méconnaissance complète du mécanisme de la formation des nappes charriées.

Dans sa note, M. Fournier en vient ensuite à contester l'exactitude du fait matériel, que j'avais relevé, de l'omission de l'affleurement des poudingues permien du Serrot deu Bouch dans la carte schématique de l'extrémité orientale du massif primaire d'Igouince qu'il a donnée dans ses *Études sur les Pyrénées*

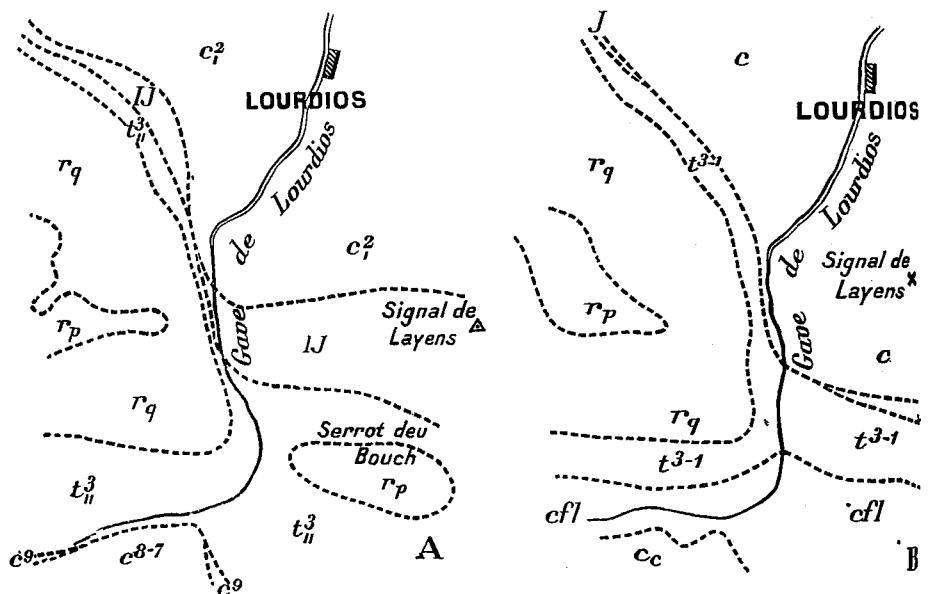


FIG. 4. — TERMINAISON ORIENTALE DU MASSIF PRIMAIRE D'IGOUNCE ET AFFLEUREMENT PERMIEN DU SERROT DEU BOUCH : A, d'après la feuille de Mauléon à 1/80 000 ; B, d'après la carte schématique de M. Fournier.

r_p , r_q , Poudingues permien ; t^3 , t^{3-1} , Trias et ophites ; IJ, Lias et Jurassique ; c^2 , c , Calcaires et marnes aptiens et albiens ; c^{8-7} , Cc , Calcaire créacé supérieur des cañons ; c^9 , cfl , Flysch créacé.

basques (Bull. Carte géol. Fr., n° 121, fig. 1, p. 40), bien qu'il eût publié antérieurement une coupe de cet affleurement. Je ne veux pas revenir ici sur l'importance considérable que présente celui-ci sur la rive droite du gave de Lourdios, en regard de la terminaison du massif permien d'Igouince (ou de Soulaguère) et je m'en tiendrai au fait matériel de l'inexactitude du démenti qui m'est donné. Il suffira de comparer les deux calqués ci-joints (fig. 4) de la carte de M. Fournier et de la portion correspon-

dante de la feuille de Mauléon pour constater, sans aucun doute et contrairement à l'affirmation de mon confrère d'après laquelle *sa carte s'arrêterait à la bordure de ce fragment (B.S.G.F., t. XIII, p. 208, lignes 27-28)*, que l'affleurement permien du Serrot deu Bouch, tel qu'il a été délimité sur la feuille de Mauléon, devrait être, en grande partie, compris dans la carte précitée de M. Fournier. Il semble bien qu'on soit d'autant plus en droit de faire la comparaison de ces deux cartes que c'est à mon contradicteur que sont dus les contours des terrains primaires sur la feuille de Mauléon.

Laissant de côté diverses critiques de forme, sur lesquelles je ne m'étendrai pas pour rester sur le terrain des faits, j'arrive à la question capitale de « l'anticlinal de Soulaguère », sur laquelle mon confrère et moi sommes en complet désaccord. Je rappellerai, en renvoyant à la coupe qu'en a donnée M. Fournier en 1911 (*Bull. Soc. géol. Fr.*, t. XI, fig. 5, p. 93), que le Trias de Sainte-Engrace n'y formerait que le flanc renversé de cet anticlinal, entre le noyau primaire constitué par les couches carbonifères du massif d'Igounee¹ et le Crétacé supérieur des cañons. Par contre, dans la note que j'avais donnée sur l'explication probable de la structure de cette région par l'examen de la feuille de Mauléon, j'avais repoussé cette coupe comme trop simple ; l'un de mes arguments les plus importants était qu'il m'avait semblé évident que *le Trias de Sainte-Engrace doit former un anticlinal* et non une série renversée. Cela résultait de la distribution des ophites au milieu de ce Trias, et aussi de la comparaison de la largeur d'affleurement du Trias dans les deux flancs de l'anticlinal supposé de Soulaguère.

Or, j'ai pu recueillir, au cours de l'année dernière, des données précises pour une région de la commune de Sainte-Engrace, et il me paraît intéressant de les indiquer ici. Ces renseignements m'ont été fournis par l'exécution de plusieurs sondages au voisinage de l'emplacement d'un barrage projeté au débouché du cañon crétacé de Sainte-Engrace, en aval du Pont d'Enfer, et par l'ouverture d'une voie d'accès aux travaux de ce barrage, ainsi

1. Dans cette coupe, M. Fournier figure, *au milieu du Carbonifère*, un noyau anticlinal de *Dévonien et Silurien*, destiné à servir de racine aux lambeaux siluriens de la Haute-Chaine. Il est regrettable que la feuille de Mauléon, dont les contours pour les terrains primaires sont cependant dus à M. Fournier, ne porte aucune trace d'une telle bande *dans le massif d'Igounee*, en regard de ces témoins charriés. Les seuls affleurements dévoniens qu'elle figure sont celui de Larrau, bien plus à l'W. et évidemment indépendant du Carbonifère, et une *mince lame entre le Trias et le Crétacé supérieur* de Sainte-Engrace, dans une situation tectonique très différente de ce qui est indiqué sur la coupe.

que par le tracé d'un sentier d'étude pour l'exploration du périmètre qui doit être transformé en réservoir. Ils m'ont conduit à des constatations d'une importance considérable, confirmant l'interprétation que j'ai donnée et qui est si vivement combattue par M. Fournier.

Un peu au delà de la caserne des douanes de Ste-Engrace, des calcaires triasiques très nettement reconnaissables forment un bel anticlinal couché au Sud, à charnière bien visible. Vers l'Est, en se dirigeant vers le barrage sur la rive droite du gave, on les voit s'envelopper successivement d'une mince couche d'argile bariolée, puis d'une épaisse masse d'ophite plissée comme les

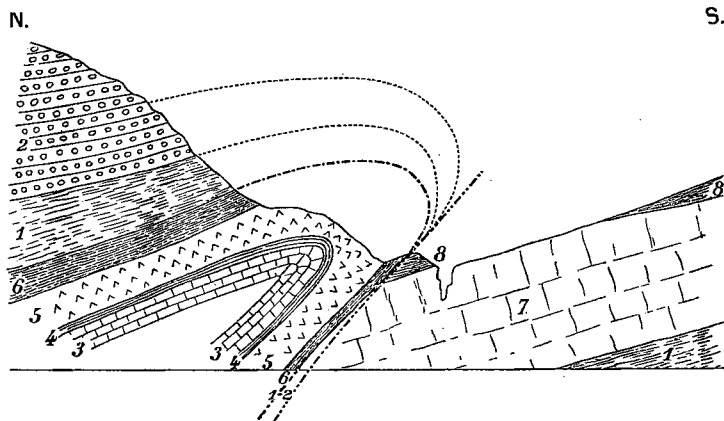


FIG. 5. — COUPE GÉNÉRALE DANS LA RÉGION DE SAINTE-ENGRACE, au débouché du cañon creusé dans le calcaire crétacé.

1, Schistes et grès carbonifères ; 2, Poudingues permien ; 3, Calcaire triasique ; 4, Argiles bariolées ; 5, Ophite ; 6, Argiles bariolées supérieures du Trias ; 7, Calcaire crétacé (à Hippurites) des cañons ; 8, Couches marnocalcaires de la base du Flysch crétacé supérieur.

— — — — — Base de la nappe C (massif d'Igouince).

- - - - - Chevauchement sur le Crétacé supérieur.

couches précédentes, et enfin d'un niveau assez épais d'argiles bariolées triasiques supérieures. Le tout forme, comme les calcaires du noyau du pli, un bel anticlinal indiscutablement couché au Sud (fig. 5). Les ophites y sont nettement interstratifiées dans le Trias ; qu'elles en soient contemporaines, ainsi que je le crois, ou bien d'âge postérieur, *elles étaient, en tout cas, certainement en place lorsque ces couches ont été plissées* : c'est là un point sur lequel je devrai revenir plus loin, pour répondre à une objection de M. Fournier que je ne saurais accepter.

Les argiles triasiques du flanc normal, septentrional, de cet

anticlinal s'enfouissent au Nord, sous les schistes carbonifères, surmontés par les poudingues permien, du massif d'Igounee. Ces couches primaires ne sauraient donc constituer, comme le veut M. Fournier, le noyau d'un grand anticlinal unique, dont le Trias de Ste-Engrace formerait simplement le flanc renversé, puisque ce Trias est lui-même plissé en un anticlinal complet et que le Primaire repose sur ses couches les plus élevées et non sur celles de sa base, ainsi qu'il le faudrait avec la coupe de M. Fournier. Celle-ci devrait, pour tenir compte de ce fait, être modifiée en admettant qu'il y aurait *deux anticlinaux superposés* : l'un, inférieur, à noyau triasique en ce point, l'autre à noyau primaire. Mais le premier serait complet, bien que couché au Sud, alors que le pli supérieur serait entièrement dépourvu de flanc renversé, et ce contraste tectonique si brutal serait vraiment étonnant pour deux plis aussi voisins l'un de l'autre, appartenant au même ensemble tectonique.

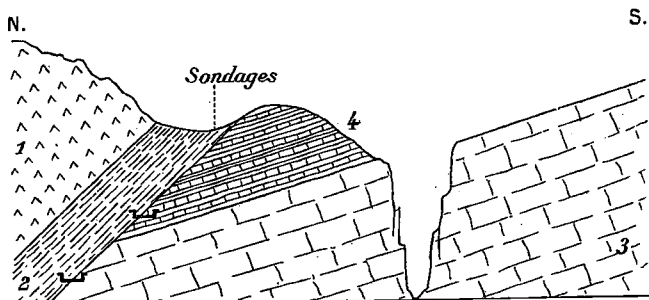


FIG. 6. — COUPE DE DÉTAIL A LA SORTIE DU CANYON DE SAINTE-ENGRACE.

1, Ophite; 2, Argile triasique supérieure; 3, Calcaire des canyons; 4, Couches marneocalcaires crétacées supérieures.

Il est d'ailleurs facile de démontrer que, même avec cette correction nécessaire, cette solution ne serait pas encore acceptable. En effet, dans deux sondages exécutés sur la rive droite du gage, immédiatement à l'aval de l'emplacement du barrage, de même que sur le sentier d'études de la même rive immédiatement en amont, j'ai observé la superposition directe, avec *discordance angulaire très accusée* (fig. 5 et 6), du Trias renversé formant le flanc méridional du pli de Ste-Engrace sur le Crétacé supérieur *non renversé*. A priori, cela n'est guère favorable à l'idée qu'ils appartiendraient à la même série tectonique et que le Trias percerait purement et simplement au travers du Crétacé supérieur, en se couchant au Sud sur lui ; l'absence complète de Crétacé supérieur renversé, en tous les points où j'ai pu observer ce contact, parle évidemment

dans le même sens. Mais il y a plus, et certaines observations faites aussi bien sur la berge droite du cañon, entre l'emplacement du barrage et le Pont d'Enfer, que dans des sondages sur la rive gauche en aval, exécutés pour l'étude du tracé de la canalisation, sont bien démonstratives de l'indépendance complète du Trias et du Crétacé supérieur, qui ne peuvent absolument pas appartenir à un même pli.

Dans la note de février 1911, où j'ai émis mon hypothèse en me fondant uniquement sur les contours de la feuille de Mauléon, j'avais tiré argument des lambeaux discontinus de Primaire (poudingues permien, Carbonifère et Dévonien), qui y sont figurés entre le Trias et le Crétacé supérieur. Leur existence (en les supposant, évidemment, en place et non éboulés) est incompatible avec l'ancienne coupé d'après laquelle le Trias formerait le flanc renversé de l'anticlinal de Soulaguère. Il semble que ces témoins, cependant connus de M. Fournier, n'aient pas reçu de lui, dans son argumentation, l'attention qu'ils méritent.

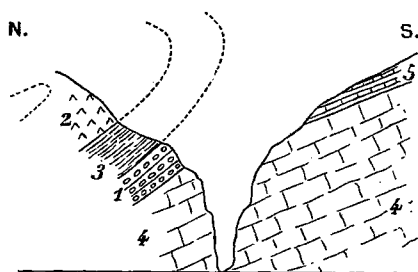


FIG. 7. — COUPE DU CAÑON DE SAINTE-ENGRACE, en aval du Pont d'Enfer.

1, Poudingues permien; 2, Ophite; 3, Argile triasique supérieure; 4, Calcaire des cañons; 5, Couches marnocalcaires crétacées supérieures.

Or, dans les points que je viens d'indiquer, j'ai effectivement rencontré des intercalations discontinues de schistes carbonifères et de poudingues permien entre le Trias et le Crétacé supérieur (fig. 7). En admettant même qu'on conteste l'âge carbonifère des schistes et qu'on les veuille attribuer au flysch crétacé, il ne saurait, en tout cas, y avoir aucune ambiguïté pour les poudingues, du type de Mendibelza, qui ne peuvent certainement être que la prolongation de ceux du massif d'Igouñce par dessus l'anticlinal de Trias de Ste-Engrace, en encapuchonnant évidemment celui-ci, conformément à la coupe schématique que j'ai donnée.

L'existence de cette lame de poudingues permien et des schistes carbonifères associés à eux ne saurait s'expliquer, avec

l'interprétation de M. Fournier que nous avons déjà dû modifier profondément, qu'en admettant que la tête du pli supérieur, à noyau primaire, se replie entièrement vers le bas, en dépassant même la verticale et s'enfonçant comme un coin, plongeant au Nord, entre le Trias et le Crétacé. Je crois inutile d'insister sur l'in vraisemblance de la coupe à laquelle on arriverait ainsi et, en tout cas, elle ne ferait que souligner l'entière indépendance tectonique du Crétacé et du Trias, même là où ils sont directement en contact l'un avec l'autre. Il me semble, par contre, évident que ce Carbonifère, prolongement direct de celui du massif d'Igounee, doit aller rejoindre en profondeur celui qui, au fond du cañon de Cacouette, supporte stratigraphiquement le Crétacé. Toutefois, ce raccordement ne saurait être immédiat et doit nécessiter quelque accident profond, pour expliquer la faible distance actuelle des points où le Primaire est surmonté par une épaisse masse de poudingues permo-triasiques (massif d'Igounee) et de ceux où, au contraire, il supporte directement le calcaire des cañons (Cacouette). C'est pour cette raison que, sur ma coupe (fig. 2), j'ai noté Pr_{II} le Primaire de la nappe C et Pr_{III} le Primaire plus méridional ; mais il est évident que, de même que Pr_I et Pr_{II}, ils sont en continuité dans la profondeur. J'ai indiqué hypothétiquement un synclinal profond, où cesseraient graduellement les poudingues permo-triasiques, et où apparaîtrait le Crétacé supérieur ; mais si l'existence de ce synclinal me semble nécessaire, son allure tectonique reste à préciser. Quant au Carbonifère de Cacouette et au Crétacé superposé, ils sont évidemment autochtones, sous la réserve qu'il est cependant possible, ainsi que je l'ai dit plus haut, qu'ils soient imbriqués au Sud par un ou plusieurs replis du même type que ceux des Eaux-Chaudes et de même genèse que le pli couché du Trias de Ste-Engrace (fig. 2).

D'autre part, il est bien évident que le Primaire du massif d'Igounee et celui en question, si l'on admet leur continuité originelle par dessus l'anticlinal de Trias, ne sauraient s'enraciner à la fois au Nord et au Sud de celui-ci. Cela implique nécessairement à mon avis, qu'on doive chercher cet enracinement *au Sud*, dans la région certainement autochtone, et cela est d'accord avec les particularités d'allure du repli B', dont j'ai précédemment parlé, au bord septentrional du massif d'Igounee, puisque nous avons vu que ces particularités semblent bien indiquer que ce bord représente le front d'une masse charriée au Nord.

Il n'est donc nécessaire d'invoquer ni la terminaison du massif en question au Gave de Lourdios, ni l'allure du Trias de Larrau,

bien qu'elles me semblent toujours aussi démonstratives, pour arriver à la conclusion que le massif d'Igouze doit s'être formé de la façon que j'ai indiquée. Pour terminer, je crois encore devoir discuter la question de l'épaisseur relative du Trias dans les deux flancs du prétendu anticlinal de Soulaguère, sur laquelle insiste M. Fournier dans sa dernière note. Pour lui, « l'épaisseur apparente (*sur la carte*) du Trias du flanc renversé tient à deux faits bien simples ». Le premier est que le Trias du flanc normal est très redressé, souvent vertical, alors que celui du flanc renversé est couché, jusqu'à l'horizontale, en certains points. Je me bornerai à répondre à cela que les différences d'altitude des deux bords du Trias sur une même coupe transversale dans ce flanc sud peuvent dépasser notablement l'épaisseur du Trias du flanc nord déduite de sa largeur d'affleurement, même en le supposant entièrement vertical.

Le second fait mis en avant par M. Fournier en comprend deux bien distincts : tout d'abord il indique que le Trias du flanc renversé « est froissé et comporte toute une série de petits plissements ». C'est là ce que j'ai effectivement constaté et ce qui, d'ailleurs, ne permet pas, à mon avis, de considérer ce Trias comme formant le flanc renversé de « l'anticlinal de Soulaguère ». Je remarquerai, en outre, que les couches du flanc renversé d'un pli couché n'ont guère l'habitude de foisonner par des replis, comme ce serait le cas dans l'hypothèse de M. Fournier, et que, bien au contraire, elles s'étirent d'ordinaire.

Le dernier argument que m'oppose mon confrère est d'une tout autre nature, et je le reproduis textuellement : « en outre, la venue des ophites est beaucoup plus intense dans le flanc renversé (flanc sud) que dans le flanc normal (flanc nord), ce qui est une *confirmation de plus de mon interprétation*, puisque, d'après plusieurs tectoniciciens et pétrographes, cette règle de mise en place des ophites est *presque générale* ». Or, cette différence, mise en avant par M. Fournier, est, au contraire, évidemment des plus favorables à ma conception, puisque le Trias que M. Fournier attribue au flanc sud de cet anticlinal a été replié en même temps que les ophites qu'il renferme. Il en résulte, tout d'abord, une cause de multiplication des affleurements ophitiques semblable à celle qui existe pour le Trias ; mais, de plus, la « règle de mise en place des ophites » qu'invoque mon contradicteur, sans d'ailleurs la préciser, ne me semble nullement démontrée et, en tout cas, pas applicable au cas particulier.

Cette mise en place n'aurait évidemment pu être influencée par le caractère différent des deux flancs de « l'anticlinal de Sou-

lagnère » que si elle s'était faite *en même temps que la production de ce pli ou ultérieurement*. Cela est contredit par le fait que l'ophite de Ste-Engrace a été plissée de la même façon que les couches voisines ; cela entraînerait aussi la conclusion que *ces ophites seraient d'âge tertiaire*, ce qui est en désaccord complet avec tout ce que l'on sait actuellement à leur sujet. Il faudrait donc, pour établir une relation de cause à effet entre la fréquence des ophites et leur situation tectonique actuelle, poser la question à l'inverse de ce que fait M. Fournier et admettre que leur présence en plus ou moins grande abondance originelle a déterminé, par raison d'hétérogénéité, la dissymétrie du pli. Mais alors, on se heurterait à ce fait paradoxal que le flanc renversé se serait produit là où le Trias argileux est manifestement consolidé par l'intercalation d'une épaisse masse ophitique.

Il me semble inutile d'insister sur les impossibilités ou les incompatibilités auxquelles se heurte, à mon avis, l'interprétation de M. Fournier, et je crois être en droit, après ces multiples explications, de m'en tenir à celle que j'ai proposée, sans méconnaître d'ailleurs qu'elle puisse avoir besoin de précisions ou de retouches de détail, ainsi que je l'ai dit lorsque j'ai émis cette hypothèse. Je tiens aussi à ajouter que, tout au moins pour la région de Sainte-Engrace et bien qu'ils y aient besoin, eux aussi, de quelque précision de plus, les contours de la feuille de Mauléon ne se sont pas montrés, quoi qu'en dise M. Fournier, en contradiction avec les « réalités vérifiables ».

SUR LA TECTONIQUE DES TERRAINS PRIMAIRES DANS LA NURRA DI SASSARI (SARDAIGNE).

PAR **Pierre Termier**¹.

J'ai eu, au printemps de 1913, l'occasion de visiter, dans le Nord-Ouest de la Sardaigne, non loin de Porto-Torres, la région appelée Nurra di Sassari; et j'y ai fait quelques observations qui, rapprochées de celles des Ingénieurs italiens, MM. Taricco, Ciampi et Martelli, me semblent jeter un peu de lumière sur la tectonique ancienne de la contrée, la tectonique des terrains primaires.

Les terrains paléozoïques affleurent dans la partie nord-occidentale de la Nurra : c'est, avec un contour un peu différent, la région marquée comme silurienne sur la Carte géologique de l'Europe; elle est baignée par la mer, à l'Ouest, depuis une crique située un peu au Sud du Capo dell' Argentiera, jusqu'au cap del Falcone qui regarde l'île d'Asinara. Je l'appellerai dorénavant la Nurra paléozoïque. C'est un pays de schistes, de quartzites et de roches intrusives, avec quelques gîtes interstratifiés de minerais de fer; il est façonné en collines, ravins et petites montagnes, où l'altitude maximum, au Monte-Forte, atteint 460 mètres. Ce pays est rude, sauvage, broussailleux, presque désert.

A l'Est et au Sud de cette Nurra paléozoïque vient une Nurra mésozoïque, en grande partie calcaire, avec des formes tabulaires prédominantes, des plateaux peu élevés, limités par des pentes arides, et des vallons relativement fertiles. Les terrains mésozoïques, le plus souvent presque horizontaux ou à peine ondulés, sont du Trias, de l'Oolite, enfin du Crétacé. Ils disparaissent à l'Est sous le Quaternaire, ou sous le Miocène et les champs de laves de Porto-Torres et de Sassari. A l'Ouest et au Sud, entre les environs de Porto-Ferro et ceux d'Alghero, ils viennent jusqu'à la mer.

La limite des deux Nurra, très inexacte sur les anciennes cartes et en particulier sur la Carte géologique de l'Europe, est indiquée avec un peu plus de précision sur une petite esquisse de carte géologique de la Nurra, à l'échelle de 1/250 000, jointe

1. Note présentée à la séance du 16 février 1914.

par M. K. Deninger¹ à son important mémoire sur le Mésozoïque de la Sardaigne. Dans la contrée que j'ai visitée et qui est toute entière au Nord du Monte-Forte, cette limite est une faille, d'affleurement quasi-rectiligne et dirigé N.N.W.-S.S.E., faille plongeant très fortement à l'Est. Plusieurs sondages, exécutés pour la recherche du prolongement, sous le Trias, du minerai de fer cambrien, ont établi, dans ces parages, l'existence et la forte plongée de l'accident en question. Au toit de la faille, affleure le Trias ; au mur, affleurent les schistes paléozoïques. La Nurra mésozoïque est donc affaissée par rapport à la Nurra primaire.

NURRA MÉSOZOÏQUE. — Sur la Nurra mésozoïque, je n'ai à dire que très peu de chose. Sa stratigraphie nous est bien connue depuis la publication du mémoire, déjà cité, de M. K. Deninger, mémoire où se trouvent rappelées toutes les observations antérieures de La Marmora, et de MM. de Stefani², Lovisato³ et Tornquist⁴. Quant à sa tectonique, elle est des plus simples, ainsi qu'on peut en juger par les profils qu'a donnés M. Deninger. Les terrains mésozoïques sont faillés, dénivelés, parfois ondulés; ils peuvent, localement, au voisinage d'une faille, prendre une inclinaison assez forte; mais ils sont, la plupart du temps, presque horizontaux, et nulle part, dans la région que j'ai visitée, je n'y ai vu de véritables plissements. Nous sommes donc bien ici dans ce *massif corso-sarde* qui a résisté, d'une façon générale, au plissement alpin. Les mouvements alpins ne l'ont affecté que par des soubresauts, des fractures, tout au plus des ondulations locales, larges et bientôt éteintes. M. Deninger ne parle point, dans son mémoire, des apparences signalées, d'ailleurs avec beaucoup de réserves, par M. Tornquist trois ans auparavant (deuxième note citée, p. 1100) : apparences de chevauchements dans le Secondaire du Sud de la Nurra (Monte Doglia,

1. K. DENINGER. Die mesozoischen Formationen auf Sardinien. *Neues Jahrb. f. Min.*, Beil. Bd. XXIII, 1907, p. 435-473, pl. XIII.

2. C. DE STEFANI. Cenni preliminari sui terreni mesozoici della Sardegna. *Rend. r. Accad. dei Lincei*, VII, 1891, fasc. 9.

3. LOVISATO. Nota sopra il permiano ed il triassico della Nurra in Sardegna. *Boll. Com. geol. d'It.*, (2), XV, 5, 1884. — Brani sparsi di geologia sarda. *Rend. r. Accad. dei Lincei*, VII, 1891. — Nuovi lembi mesozoici in Sardegna. *Ibidem*, 1896, V, 1. — Appunti ad una nota del sign. dott. Tornquist sulla geologia della Sardegna. *Rend. r. Ist. lomb. di Scienza e Lett.*, (2), 36, 1903.

4. A. TORNQVIST. Ergebnisse einer Bereisung der Insel Sardinien. *Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Berlin*, XXXV, 1902, p. 808-829. — Die Gliederung und Fossilführung der aussersalpinen Trias auf Sardinien. *Ibidem*, XXXVIII, 1904, p. 1098-1117.

Timidone, etc.). La coupe que M. Deninger donne du Monte Doglia est, au contraire, de la plus grande simplicité. Les apparences en question étaient sans doute trompeuses.

Je veux seulement faire connaître les renseignements qu'ont fournis, en 1912 et 1913, sur la composition de l'étage de base du Trias, les sondages voisins de la faille-limite, dans la région des gîtes de fer.

1. *Trias près des gîtes de fer de San-Giogli.* — Ces gîtes de fer sont des amas interstratifiés dans les schistes primaires, au mur et tout à côté de la faille-limite. Il y a eu deux sondages au toit de l'accident : le premier a traversé 53 mètres de gypses et argiles du Trias, puis 16 mètres de schistes primaires broyés indiquant le passage de la faille ; le second, foré plus loin de la faille, ne l'avait pas encore atteinte à 258 m. de profondeur. Voici la coupe de ces 258 m. :

Gypses, et argiles grises.....	100
Grès versicolores, souvent rouges.....	124
Rhyolite rose.....	16
Schistes primaires.....	18
Total.....	<u>258</u>

Le Trias est à peu près horizontal. Les schistes primaires, peu inclinés, ont une allure très régulière : et c'est pourquoi je pense que le sondage n'a pas encore atteint la faille, à cette profondeur de 258 m. Le rhyolite est d'une fraîcheur parfaite, comparable à celle des rhyolites et des trachytes du Miocène ? Appartient-il à la base du Trias ? Représente-t-il un témoin du Permien ? N'est-il pas plutôt miocène, et ne s'est-il pas glissé, par intrusion, entre la tête du Primaire et la base du Secondaire ? C'est vers cette dernière hypothèse que j'incline, sans pouvoir rien affirmer.

2. *Trias près des gîtes de fer de Monti di Bidda*, à 1500 m. environ au Nord des précédents. Mêmes conditions de gisement pour le fer, et même voisinage de la faille-limite. On a fait un sondage au toit de la faille, arrêté, lors de ma visite, à 252 m. de profondeur. La coupe est la suivante :

Muschelkalk (calcaires en plaquettes).....	11
Gypses, et argiles grises.....	77
Grès versicolores.....	62
Schistes primaires.....	102
Total.....	<u>252</u>

Ici, comme au sondage de San-Giogli, la faille n'est pas encore atteinte, les schistes primaires étant peu inclinés et très réguliers. Le Trias est horizontal.

3. *Trias près du gîte de fer de Monte Trudda*, à 800 m. environ au Nord des Monti di Bidda. Ce gîte est très puissant et de grande importance. Interstratifié dans le Primaire, il est horizontal au sommet de la montagne, et s'incline graduellement vers l'Est en approchant de la faille-limite. De nombreuses recherches ont déterminé exactement la position et l'allure de celle-ci. Je citerai seulement les résultats d'un sondage pris au toit de la faille, dans les calcaires du Muschelkalk, et abandonné, lors de ma visite, à 178 m. de profondeur :

Muschelkalk.....	32
Gypses, et argiles grises.....	95
Schistes primaires.....	51
Total.....	178

On remarquera l'absence des grès. Le Trias est presque horizontal; mais les schistes primaires, très inclinés, indiquent le voisinage immédiat du passage de la faille.

Il y a près de 2500 mètres de distance entre les recherches les plus septentrionales de Monte Trudda et les recherches les plus méridionales de San-Giogli. Sur toute cette longueur, la faille est maintenant bien connue. Prolongée au Nord-Nord-Ouest, presque en ligne droite, elle s'en va passer, à quelques kilomètres de Monte Trudda, au petit col situé à l'Ouest du Monte Santa-Giusta. A ce col, les schistes primaires butent, en effet, par faille, contre l'étage de base du Trias, ainsi que l'ont observé MM. Tornquist et Deninger (Mém. cités, profils du M. Santa-Giusta).

Deux faits intéressants sont mis en évidence par les sondages : l'abondance du gypse dans l'étage argileux sur lequel repose directement le Muschelkalk inférieur; et l'extrême variabilité dans l'épaisseur des grès qui supportent cet étage argileux, cette épaisseur pouvant devenir nulle dans la région de Monte Trudda.

Comme les calcaires en plaquettes, souvent dolomitiques, qui surmontent immédiatement l'étage argilo-gypseux, sont, incontestablement, du Muschelkalk inférieur¹, l'étage argilo-gypseux lui-même et les grès versicolores représentent, ensemble, le

1. K. DENINGER. *Loc. cit.*, p. 470.

Grès bigarré. Cet étage du Grès bigarré a donc une épaisseur très variable : 50 m. environ, à Santa-Giusta¹; 95 m. à Monte Trudda; 139 m. à Monti di Bidida; 224 m. à San-Giogli.

Aucun des trois sondages dont je viens de donner la coupe n'a trouvé, dans le Primaire situé au toit de la faille, les gîtes de fer qu'il cherchait : soit parce que l'on n'est pas descendu assez bas dans cette recherche sous le Trias; soit parce que les gîtes de fer ont disparu par étirement, comme je vais montrer qu'il arrive très souvent. On n'a donc pas de renseignement tout à fait précis sur l'importance du rejet de la faille qui sépare les deux Nurra.

Mais voici une observation curieuse qui va nous fournir, sur cette question du rejet de la faille, une indication approchée.

Au sommet de la butte dite Monte Trudda, *au mur* de la faille, par dessus l'épais amas de minerai de fer qui forme ce sommet, j'ai vu d'assez nombreux blocs de calcaires ou de dolomies du Muschelkalk. *Ces blocs ne sont nullement roulés.* Ils sont épars sur le sol. Quelques-uns ont jusqu'à 60 ou même 80 centimètres de plus grande dimension. Ils ne proviennent pas tous du même banc du Muschelkalk; mais on trouve parmi eux les diverses sortes de calcaires et de dolomies de cet étage. Je n'ai pas observé de débris de grès triasique.

Un peu au Nord des gîtes de fer de Monti di Bidida, à 500 m. environ de Monte Trudda, toujours *au mur* de la faille, les débris triasiques, *non roulés*, reparaissent, jonchant le sol. Le sous-sol est formé de schistes primaires en place. Les débris triasiques sont surtout du Muschelkalk; *il y a aussi quelques débris de grès rouge.* Le nombre de ces débris triasiques est très grand. La plupart n'ont que quelques centimètres de plus grande dimension.

Enfin, près de San-Giogli, encore *au mur* de la faille, épars sur les schistes primaires, j'ai retrouvé les débris triasiques, très nombreux, *non roulés*, calcaires et dolomitiques.

Ces aires de dispersion de débris triasiques à la surface du Primaire sont toutes trois fort petites. Elles sont toutes trois voisines de la faille et à peu près à la même distance de son affleurement. Le nombre énorme des débris, l'absence de débris vraiment roulés, les conditions topographiques de gisement, ne permettent qu'une seule explication : ces débris proviennent de la *destruction sur place* de l'ancien manteau triasique qui recou-

1. D'après la description de M. Tornquist (deuxième mémoire cité, p. 1105).

vrait autrefois la plus grande partie, sinon la totalité de la région primaire.

D'où deux conséquences. D'abord, dans la zone San-Giogli-Monte Trudda, la surface actuelle du sol paléozoïque est à peu près la surface du fond de la mer triasique; en d'autres termes, l'érosion postérieure à la formation de la grande faille n'a guère enlevé que le Trias; elle n'a pas eu le temps d'attaquer beaucoup le Primaire. Il suit de là que le Primaire situé au toit de la faille doit présenter, près de celle-ci et sous la couverture triasique, à peu près les mêmes bancs qui, au mur de la faille, affleurent aujourd'hui. L'étage à minerai de fer doit donc se trouver, au toit de la faille, à la partie supérieure du Primaire, près du Trias, et non point — comme on aurait pu craindre *a priori* — caché par une forte épaisseur d'assises paléozoïques. Il est clair que cette conclusion aura plus tard une grande importance, quand il s'agira de chercher, sous le Trias, le prolongement des gîtes.

La deuxième conséquence, c'est que chacune des aires où l'on trouve ainsi, en grand nombre, des débris de Muschelkalk épars sur le Primaire, correspond à un lambeau du manteau triasique non encore complètement détruit, à un lambeau dont il reste encore quelque chose. Nous voyons ainsi que, dans cette région surélevée de la Nurra, l'ablation du manteau triasique s'est faite suivant un processus très particulier. L'étage inférieur, formé surtout de gypse et d'argiles, et, pour le surplus, de grès friables, se dissolvait, ou se délitait, et s'en allait, emporté par les eaux souterraines circulant à la surface du Primaire; le Muschelkalk s'affaissait, en se brisant, comme le toit d'une couche de houille exploitée par foudroyage. Les blocs de Muschelkalk épars sur le Primaire sont ainsi descendus, tout au moins, d'une hauteur égale à l'épaisseur de l'étage enlevé par dissolution et lixiviation. Nous connaissons donc, approximativement, la hauteur où se tenaient, à l'origine, au-dessus du Primaire, les bancs inférieurs du Muschelkalk, dans la région sise au mur de la faille et voisine de cet accident. Et comme nous savons aussi, dans les environs des trois sondages, les cotes actuelles de la base du Muschelkalk au toit de la faille, le rejet de celle-ci est connu, avec une approximation assez grande.

Le calcul donne, pour cette valeur du rejet, à dix pour cent près environ :

à San-Giogli.....	280 mètres
à Monti di Bidda.....	180 —
à Monte Trudda.....	150 —

Le croquis ci-dessous (fig. 1) résume tous les faits que je viens d'énumérer et de décrire, et permet de suivre le raisonnement précédent.

Quand, tournant le dos à la faille et marchant vers l'Ouest, on s'avance dans la Nurra paléozoïque, on voit la surface moyenne du sol s'élever rapidement. Or, il est très probable, comme je le disais tout à l'heure, que la plus grande partie de cette Nurra paléozoïque était, au début du Trias, une pénéplaine immergée. Il faut donc, pour expliquer la rapide ascension du sol actuel jusqu'à une cote moyenne voisine de 400, admettre que ce sol est relevé par une série de failles en gradins, analogues et probablement parallèles à celle qui limite aujourd'hui les deux Nurra. Ces failles, en plein terrain primaire, sont difficilement visibles ; mais leur existence ne me paraît pas douteuse.

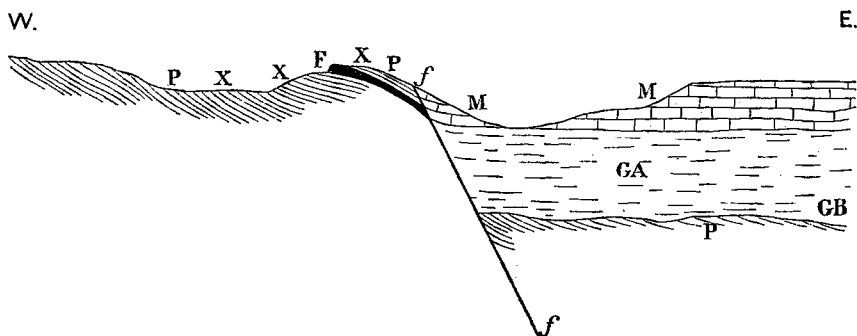


FIG. 1. — COUPE SCHÉMATIQUE À TRAVERS LA FAILLE SÉPARATIVE DES DEUX NURRA, d'après les sondages récents exécutés au toit de cette faille dans la région de Monte Trudda.

M, Muschelkalk ; GA, Gypse et argiles ; GB, Grès de base du Trias ; P, Schistes primaires ; F, Minerai de fer ; *f f*, Grande faille ; X, Région où le sol est jonché de débris de Muschelkalk.

Toutes ces failles sont certainement récentes, en tout cas post-crétacées. Elles ont dû jouer plusieurs fois pendant les temps tertiaires.

NURRA PALÉOZOÏQUE. — Les terrains paléozoïques de la partie de la Nurra que j'ai visitée — région des gîtes de fer — sont surtout formés de schistes. Cés schistes sont noirs ou gris, ou encore verdâtres, habituellement très fissiles, parfois ardoisiers ; ils sont luisants ou soyeux, suivant que leur clivage est plan ou ondulé. Quelques bancs sont durs et de nature quartziteuse. Dans d'autres parties du pays, notamment près du Monte-Forte,

les quartzites deviennent très abondants. Ailleurs, les schistes sont envahis par un semi-métamorphisme et se transforment peu à peu en des schistes micacés, en des micaschistes *incomplets*. Dans l'ensemble, la formation ne mérite pas le nom de *schistes cristallins* sous lequel elle est désignée sur la carte et dans les profils de M. Deninger.

Nulle part, on n'observe ni discordance, ni intercalation de conglomérats. On est constamment en présence d'une série sédimentaire, surtout schisteuse, extrêmement monotone, en apparence continue.

Il n'y a pas de calcaires; ou, s'il y a des bancs calcaires, ils sont certainement très rares.

C'est à M. Michele Taricco¹, ingénieur au Corps des mines italien, que l'on doit la première découverte d'organismes dans le Primaire de la Nurra. L'attribution, par La Marmora, de ce Primaire au Silurien était purement hypothétique.

Dans les schistes de Bainzu Melinu, près des gîtes de fer, et dans des bancs un peu plus quartzeux que la moyenne des assises, M. Taricco a trouvé des traces organiques, mal conservées, dans lesquelles le Professeur Parona a cru pouvoir reconnaître des exemplaires de *Palæospongia prisca* et de *Coscinocyathus cancellatus*, fossiles figurés et décrits par Bornemann comme provenant du Cambrien de Canalgrande en Sardaigne. Il y a aussi, dans le gisement découvert par M. Taricco, des débris indéterminables de Trilobites. Un peu plus tard, le même ingénieur² a trouvé, à Porto Lampiannu — à quelques kilomètres au N. N. W. de Bainzu Melinu, des schistes à traces fucoïdiformes; et le Professeur Parona a reconnu que l'une de ces traces est extrêmement semblable à *Palæophycus plumosus* WHITE, du Potsdamien américain. Les schistes de Porto Lampiannu font partie de la même zone à minerai de fer que les schistes de Bainzu Melinu.

Il semble donc qu'une partie du Primaire de la Nurra et, en particulier, la zone à minerai de fer et à roches intrusives, soit d'âge cambrien.

1. M. TARICCO. I giacimenti di ferro oolitico della Nurra (Sassari). *Rivista del Servizio minerario* nel 1909. L'article est daté de mai 1910.

2. In.. Contributo allo studio del Cambriano della Sardegna. *R. C. r. Accad. dei Lincei*, XXI, sér. 5, 1^o sem., fasc. 2; 1912. Dans cette deuxième note, M. Taricco rapproche les couches oolitiques ferrugineuses de la Nurra des couches oolitiques calcaires et siliceuses, si fréquentes dans le Cambrien de l'Iglesiente et voisines des bancs à *Eophyton*.

Tout récemment, M. Ad. Ciampi¹ a découvert, non loin de Lampiannu, à peu de distance au Nord de la Casa La Chintana, à moins d'un kilomètre de la mer, dans un schiste vert clair, d'autres traces organisées : petits corps cylindriques ou tronconiques formés d'anneaux superposés. L'opinion de M. Ciampi, confirmée par le Professeur G. Dainelli de l'Institut d'Études supérieures de Florence, est que l'on a affaire à des *Tentaculites*. Ces schistes de C. La Chintana plongent à l'Est et s'enfoncent sous la zone déterminée par M. Taricco comme cambrienne. Or, la présence des *Tentaculites* ferait croire à un âge beaucoup plus jeune, gothlandien ou dévonien. Nous avons donc, maintenant, grâce à M. Ciampi, une raison *paléontologique* d'admettre, pour la Nurra primaire, la structure en écailles qui, pour des raisons purement tectoniques, m'a paru évidente.

Je reviens à la stratigraphie de la zone, probablement cambrienne, qui va de San-Giogli, au Sud, jusqu'à Porto Lampiannu, au Nord, et qui comprend les minerais de fer et les roches intrusives.

*Minerais de fer*². — Les gîtes de minerai de fer qui appellent en ce moment sur la Nurra l'attention des métallurgistes sont très semblables aux gîtes sédimentaires de l'Ordovicien armoricain. Ce sont des couches de fer carbonaté, transformées en hématite brune aux affleurements et jusqu'à une faible profondeur, intercalées dans les schistes cambriens, et montrant assez souvent, surtout avant leur transformation en hématite, une *structure oolitique*³. Le caractère sédimentaire de ces gîtes n'est pas douteux. En dehors de la différence d'âge et de la formation, aux affleurements, d'hématite brune au lieu d'hématite rouge, l'analogie avec les gîtes de la Normandie et de la Bretagne va jusqu'à l'identité. Même composition chimique moyenne des minerais carbonatés ; même épaisseur habituelle des gîtes, là, du moins, où cette épaisseur n'est pas réduite, ou annihilée, par l'étirement des assises ; même présence des silicates de fer, telles que la chamoisite, la chlorite ou la thuringite, dans certains bancs de minerai. Je renvoie pour la description de ces gisements sardes aux notes, déjà citées, de MM. Taricco et Ciampi.

1. AD. CIAMPI. Fossili della Nurra. *Bollett. della Assoc. mineraria sarda* XVIII, 7, Iglesias, 1913.

2. M. TARICCO. Mémoire de 1910, déjà cité. — A. CIAMPI. Note sui giacimenti ferriferi della Nurra. *Rassegna miner., metallurg. e chimica*, XXXII, 1910, Torino.

3. Observation faite pour la première fois par M. l'Ingénieur Taricco, en 1910 (*loc. cit.*).

J'ajoute seulement que l'importance industrielle des minerais de fer de la Nurra semble d'ores et déjà démontrée. La teneur en fer oscille entre 45 et 52 dans l'hématite, entre 34 et 42 dans le carbonate; la teneur en phosphore, assez constante, est, en moyenne, de 0,70 à 0,80 pour cent; la teneur en silice, toujours élevée, varie de 9 à 15; la teneur en chaux, très faible dans l'hématite, va jusqu'à 2 et même 3 pour cent dans le carbonate.

Roches intrusives. — Dans le même étage que la couche, ou les couches, de minerai de fer, on observe l'intercalation très fréquente, au milieu des schistes, d'amas lenticulaires d'une roche éruptive. Plus dure que les schistes, cette roche se présente en saillies et en petits escarpements, visibles de loin dans le pays de schistes dont les formes sont généralement douces. Elle est à grain fin. Sa couleur est verdâtre ou jaunâtre. On y voit à l'œil nu du feldspath, de l'amphibole et de la chlorite. Au microscope, elle a les caractères d'un *diabase* altéré¹. Elle est très souvent schisteuse, et, d'une façon évidente, laminée avec les schistes qui l'enclavent. La disposition lenticulaire de la plupart des amas est indiscutable; mais quelques lentilles s'allongent et s'effilent, au point de simuler de véritables couches. Nulle part, ni aux affleurements, ni dans les travaux de mines, on n'a vu la roche éruptive trancher les assises, à la manière d'un filon, ou d'une cheminée volcanique. Il est manifeste que son gisement est intrusif.

L'abondance et la puissance de ces amas de roche éruptive sont extrêmement variables d'un point à l'autre, Mais ils n'apparaissent guère que dans le voisinage des gîtes de fer. En particulier, ils sont nombreux et puissants au Nord et à l'Est du grand gisement de Canaglia, le plus important de la Nurra. Quelques-uns ont plus de 30 mètres d'épaisseur.

Au contact de la roche éruptive, les schistes montrent quelquefois une semi-cristallinité, consistant surtout dans le développement de cristaux de séricite. D'autres fois, on ne constate aucune modification sensible. Sur quelques points, la roche éruptive s'est rencontrée à une très faible distance du minerai de fer: elle paraît alors n'avoir exercé sur lui aucune influence. A Canaglia et à Bainzu, c'est au-dessus du minerai et à une distance verticale d'environ 30 mètres que semblent s'accumuler la plupart des amas de diabase. A San-Giogli, la roche éruptive est également dans le toit du minerai, mais à quelques mètres seule-

1. C. VIOLA. La diabase anfibolica della Nurra. *Bollett. Comitato geolog.*, 1905.

ment de distance. A Lampiannu, au contraire, c'est dans le mur du minerai que l'on observe un amas de roche éruptive : la distance de la roche au minerai est encore moindre qu'à San-Giogli.

Il y a certainement une relation de voisinage entre les gisements de minerai de fer et les amas de roche éruptive, probablement parce que la formation du minerai en couches sédimentaires et la venue des roches éruptives sont à peu près du même âge. Mais je ne crois pas que cette relation de voisinage soit accompagnée d'une relation de cause à effet. L'existence d'un amas de roche éruptive, ou de plusieurs, n'entraîne pas nécessairement l'existence, au voisinage, d'une couche de minerai ; et la roche éruptive ne supprime pas non plus le minerai, lorsque celui-ci existe à peu de distance. La roche éruptive est, partout où je l'ai vue, intrusive. Les actions chimiques qui ont accompagné son intrusion ont été à peu près nulles, à en juger par l'insignifiance des phénomènes de contact. Il est donc tout à fait invraisemblable que la venue de la roche éruptive ait pu détruire le minerai. On peut, suivant moi, chercher le minerai tout à côté d'un amas de diabase, et même sous un tel amas.

Allure générale des terrains primaires. — Le complexe cambrien, formé surtout de schistes, et contenant, parmi ses schistes, les couches de minerai de fer et les amas de diabase, a une allure remarquablement uniforme. Les assises sont dirigées N.N.W.-S.S.E. le plus souvent, et plongent vers l'Est, sous un angle habituellement faible, compris presque toujours entre 10 et 30 degrés, Il va sans dire, cependant, que la régularité d'ensemble est, çà et là, troublée par des accidents de détail. Ces accidents sont fréquemment des cassures avec rejet, c'est-à-dire des failles ordinaires ; mais, bien plus souvent encore, ce sont des phénomènes d'étirement et de laminage, réduisant les bancs plus durs et plus massifs que les autres à l'état de lentilles discontinues.

Or, les bancs particulièrement durs et massifs, dans le complexe cambrien, sont les couches de minerai de fer et les amas de diabase. Tandis que les schistes glissaient aisément les uns sur les autres, les amas de diabase, soumis au laminage, se sont fragmentés, découpés, écrasés, de la façon la plus capricieuse. De même, les gîtes de fer, qui étaient, originairement, des couches sédimentaires continues sur de grands espaces, ont pris la forme de lentilles, mise en évidence par les affleurements et, plus encore, par les travaux de recherches.

Mais cette fragmentation et ce façonnement en lentilles des roches les plus dures et les plus massives dépassent, ici, tout ce que l'on aurait pu attendre en considérant la régularité apparente de l'allure. La discontinuité des gîtes de fer est, dans la Nurra, bien autrement grande que dans les étages à minerais de fer de la Bretagne et de la Normandie. Les couches varient brusquement d'épaisseur, de plusieurs mètres à zéro. De deux sondages très voisins, l'un rencontre la couche de minerai, l'autre ne la rencontre pas. Des gîtes superbes se coinceent tout à coup, ou se prolongent par une série de petites lentilles éparpillées. La fragmentation et le coincement n'ont pas de loi ; ils échappent à toute prévision. S'il y a un banc de roche éruptive à faible distance du minerai de fer, ce banc s'est fragmenté comme la couche de minerai. Il arrive alors habituellement — et cela pouvait se prévoir — que, dans cette double fragmentation du minerai et de la roche éruptive, les gros débris des deux formations se sont placés, de préférence, *en chicane*, et non pas l'un sur l'autre. C'est dans ce sens, et seulement dans ce sens, que l'on peut attribuer à la roche éruptive une action néfaste sur le minerai, action purement mécanique et dont l'effet est tout local.

Ces phénomènes d'étirement, de laminage, parfois de broyage, sont tels que, dès le premier jour de ma visite à la Nurra, je n'ai pas hésité à en déduire la *nécessaire* complexité de la structure. La régularité d'allure n'est ici qu'une régularité apparente, une régularité trompeuse. Le terrain cambrien de la Nurra a l'air, de prime abord, d'un terrain tranquille : mais ce n'est point un terrain tranquille. C'est un paquet, très épais, d'assises étirées et laminées ; *c'est une série isoclinale à répétitions, une série d'écaillés.*

On comprend alors, sans difficulté, la curieuse disposition des gîtes de la Nurra. Ils forment, entre San-Giogli au Sud, et Lampiannu au Nord, trois bandes sensiblement parallèles, *décrochées*, la deuxième d'environ deux kilomètres par rapport à la première, la troisième d'à peu près un kilomètre par rapport à la deuxième. C'est ce que représente, grossièrement, le croquis ci-dessous (fig. 2).

La zone 1, qui va de San-Giogli, au Sud, à Monte Trudda, au Nord, est connue sur une longueur de près de trois kilomètres. La zone 2, qui paraît renfermer les gîtes les plus importants, Canaglia et Bainzu, est explorée sur 1200 m. de longueur. La zone 3 est beaucoup moins connue que les deux précédentes ; on n'y a trouvé des gîtes qu'aux deux extrémités, La Colti au Sud, Lampiannu au Nord, séparées par 3500 mètres.

L'identité est telle, entre les conditions de gisement du minéral de fer dans les trois zones (mêmes schistes, mêmes variétés de minéral, mêmes amas de diabase), que les ingénieurs italiens n'ont jamais douté de l'identité d'âge des trois séries 1, 2 et 3.

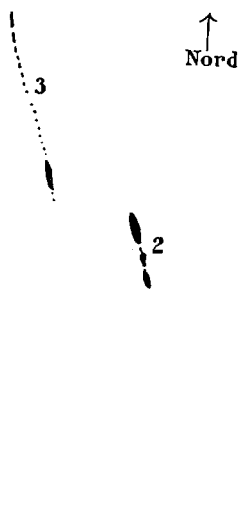


FIG. 2. — DISPOSITION EN PLAN DES ZONES D'AFFLEUREMENTS DE MINÉRAI DE FER DANS LA NURRA PALÉOZOÏQUE.

1, Zone San Giogli-Monte Trudda; 2, Zone Bainzu-Canaglia; 3, Zone La Colti-Lampianu.

Mais ils expliquaient les deux décrochements qui séparent ces trois séries par deux failles, transversales à la direction générale des assises. Je n'ai pas eu de peine à les convaincre de l'insuffisance de cette explication. De telles failles seraient visibles sur le terrain. Tout au moins rejetteraient-elles les bandes d'affleurements de diabase, comme les bandes d'affleurements de minéral. On ne voit rien de semblable. De grandes zones diabasiques passent sans aucune interruption à travers les deux régions que les failles supposées devraient affecter.

Pour moi, les séries 1, 2, 3, sont du même âge. C'est le même étage du Cambrien, ramené sur lui-même, par le plissement, en trois écailles superposées. Dans chaque écaille, les gîtes de fer sont discontinus; et le minéral peut disparaître complètement, bien qu'il ait été probablement continu, ou presque continu, à l'origine. Les maxima d'étirement, ou de compression,

des trois séries, ne se superposent pas; ils se relaient plutôt: et c'est ce que l'on observe, plus ou moins, dans tous les paquets d'écailles. Quand, par exemple, l'écaille 2 se présente avec la déformation minima, c'est-à-dire à Canaglia et à Bainzu, les deux autres écailles sont, au contraire, plus étirées que partout ailleurs: et c'est pourquoi les bandes d'affleurements d'hématite sont décrochées les unes par rapport aux autres.

Tectonique de la Nurra paléozoïque. — Ainsi, toutes les observations concordent pour nous amener à cette conclusion: *la Nurra paléozoïque est un paquet d'écailles, un paquet isoclinal, où le plongement des assises (ou des écailles) est uniformément vers l'Est ou le Nord-Est, la direction des assises étant presque toujours vers le Nord-Nord-Ouest, le Nord-Ouest ou le Nord.*

La récente découverte de M. Ciampi (des *Tentaculites* probables dans des assises qui *plongent sous le complexe cambrien*) vient évidemment à l'appui de cette conclusion. Il y aurait une écaïlle de terrains plus jeunes que le Cambrien, gothlandiens ou dévoniens par exemple, sous les écaïlles répétées du Cambrien. On peut s'attendre à d'autres découvertes, comme celle de fossiles ordoviciens dans certaines zones d'affleurements. Mais la seule étude tectonique suffit pour dissiper tous les doutes.

Nulle part, dans les écaïlles de la Nurra, je n'ai vu de charnières, en dehors, bien entendu, des repliements locaux et des ondulations secondaires. Nulle part, les séries sédimentaires ne m'ont paru renversées. Si les écaïlles de la Nurra sont des plis couchés superposés — et c'est très probable —, les flancs inverses et les charnières de ces plis ont totalement disparu par laminage (fig. 3).

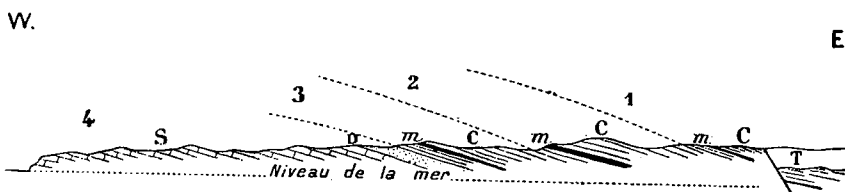


FIG. 3. — COUPE THÉORIQUE A TRAVERS LA NURRA PALÉOZOÏQUE¹ à peu près à la hauteur de Bainzu-Melinu.

m, Mineral de fer; C, Schistes cambriens et diabases; S et D, Silurien et Dévonien (hypothétiques); T, Trias (Nurra mésozoïque); 1, 2, 3, 4..... Écaïlles superposées.

Cette tectonique est celle d'une chaîne importante, d'une vraie chaîne de montagnes. Elle est entièrement comparable à la tectonique de certaines régions de la zone briançonnaise (Galibier), à celle encore du bord oriental des Rocheuses canadiennes (série de Banff). Il est certain que les écaïlles actuellement visibles dans la Nurra se prolongeaient, autrefois, très loin vers l'Ouest, et qu'il y a, à l'Ouest de la Sardaigne, sous les flots de la Méditerranée, tout un *pays de nappes* effondré, appartenant à la même chaîne paléozoïque.

Cette chaîne de montagnes est certainement antétriasique. Il est, dès à présent, très probable qu'elle est postérieure au

1. Cette coupe diffère de celle qu'a publiée M. Ciampi (*loc. cit.*, 1913) par la suppression des charnières et des séries renversées. La coupe donnée par M. Ciampi a pour titre : *Stratigrafia schematica del Paleozoico della Nurra secondo il Prof. Termier.*

Dévonien. C'est donc, suivant toute vraisemblance, un élément de la chaîne hercynienne, un élément d'Altaïdes. Le *massif corso-sarde* tout entier serait bien, comme le pensait Eduard Suess, un morceau d'Altaïdes, aujourd'hui en grande partie ruiné et effondré, entouré de tout côté par des éléments de la chaîne tertiaire, ébranlé lui-même au Crétacé, puis au Tertiaire, et même, comme je l'ai fait voir, *sapé* en profondeur par l'avancée du pays dinarique, mais n'ayant subi, en somme, depuis les temps permien, que des contrecoups, des soubresauts, des ébranlements, sans nouveaux plissements.

L'allure, si nette, que je viens de décrire — allure en paquet d'écailles à plongement régulier vers l'Est — ne se retrouve pas dans l'Iglesiente, que j'ai visitée en 1903 et qui est, au Sud-Ouest de la Sardaigne, un autre témoin de la même chaîne paléozoïque. Les plissements du Cambrien et du Silurien de l'Iglesiente sont capricieux, hésitants, chaotiques : de vastes régions paraissent affectées d'ondulations simples et larges, et, *brusquement*, on y voit intervenir des plis aigus, souvent avec déversement et, par conséquent, avec renversement local de la série sédimentaire¹ ; ni la direction des axes des ondulations, ni celle des plis aigus, ne sont constantes. Je me demande, aujourd'hui que j'ai vu la Nurra, si toute l'Iglesiente ne doit pas être considérée comme l'une des écailles — agitée d'ondulations et de mouvements secondaires. — du vaste paquet d'écailles que serait, dans cette région, la chaîne hercynienne ; je me demande, en d'autres termes, si l'Iglesiente n'est pas un vieux pays de nappes. Je livre cette simple réflexion à la critique et au contrôle de mes amis d'Italie.

1. Tantôt les plis sont verticaux ; tantôt ils se déversent, plus ou moins, parfois beaucoup : et l'on ne voit pas s'affirmer une tendance nette à un déversement *systématique*. Il y a des plis nord-sud ; et d'autres est-ouest.

L'ÉVOLUTION DES MAGMAS ÉRUPTIFS TERTIAIRES ET RÉCENTS DANS LE NORD-OUEST DE LA SARDAIGNE

PAR **J. Deprat**¹.

PLANCHE I

J'ai donné autrefois, dans une série de petites notes², les premiers résultats que j'avais obtenus dans l'étude des roches volcaniques du Nord-Ouest de la Sardaigne. Je comptais publier alors sous peu l'ensemble de mes recherches; puis d'autres soins m'ont absorbé, notamment mes études dans la Chine méridionale et l'Indochine et je dus laisser ces travaux en suspens. Aujourd'hui la mise au point est faite et ils paraîtront probablement bientôt. Je désire en donner ici la substance et surtout envisager la question chimique.

I. — Aperçu stratigraphique.

Je résumerai très rapidement mes observations stratigraphiques qui seront largement développées ailleurs. Je vais chercher simplement à montrer la succession stratigraphique dans le Nord-Ouest de la Sardaigne et traiter la question des relations entre les groupes volcaniques et les accidents tectoniques.

Si on regarde une carte géologique à petite échelle de la Sardaigne (fig. 1) on voit, immédiatement à l'W. de Sassari, une bande de terrains mésozoïques, la chaîne de la Nurra, où domine le Trias, décrit en détail par M. Tornquist, flanquer la zone tertiaire miocène et volcanique. Ces dépôts mésozoïques sont assez plissés et même M. Tornquist a fait voir que les plissements sont assez intenses pour amener des superpositions anormales et des renversements. Or j'ai montré que dans la région tertiaire de

1. Note présentée à la séance du 16 février 1914.

2. J. DEPRAT. Sur les rapports entre les terrains tertiaires et les roches volcaniques dans l'Anglona. *C. R. Ac. Sc.*, 14 janvier 1906. — Les volcans du Logudoro et du Campu d'Ozieri. *C. R. Ac. Sc.*, 24 mai 1907. — Les éruptions posthelvétiques antérieures aux volcans récents dans le Nord-Ouest de la Sardaigne. *C. R. Ac. Sc.*, 17 juin 1907. — Les formations néovolcaniques antérieures au Miocène dans le Nord-Ouest de la Sardaigne. *C. R. Ac. Sc.*, 16 juillet 1907. — Les produits du volcan Monte Ferru (Sardaigne). *C. R. Ac. Sc.*, 11 novembre 1907. — Paramètres magmatiques des séries volcaniques de l'Anglona et du Logudoro. *C. R. Ac. Sc.*, 17 mars 1908. — Paramètres magmatiques des séries du volcan Monte Ferru. *C. R. Ac. Sc.*, 30 mars 1908.

l'Anglona il y a de l'Oligocène lacustre, bien développé dans le bassin de Perfugas, à peine affecté par de très faibles plis à grand rayon; on en doit conclure que les plis de la Nurra appartiennent à une phase antérieure au dépôt de l'Oligocène et à l'édification des puissantes formations rhyolitiques, trachytiques et andési-

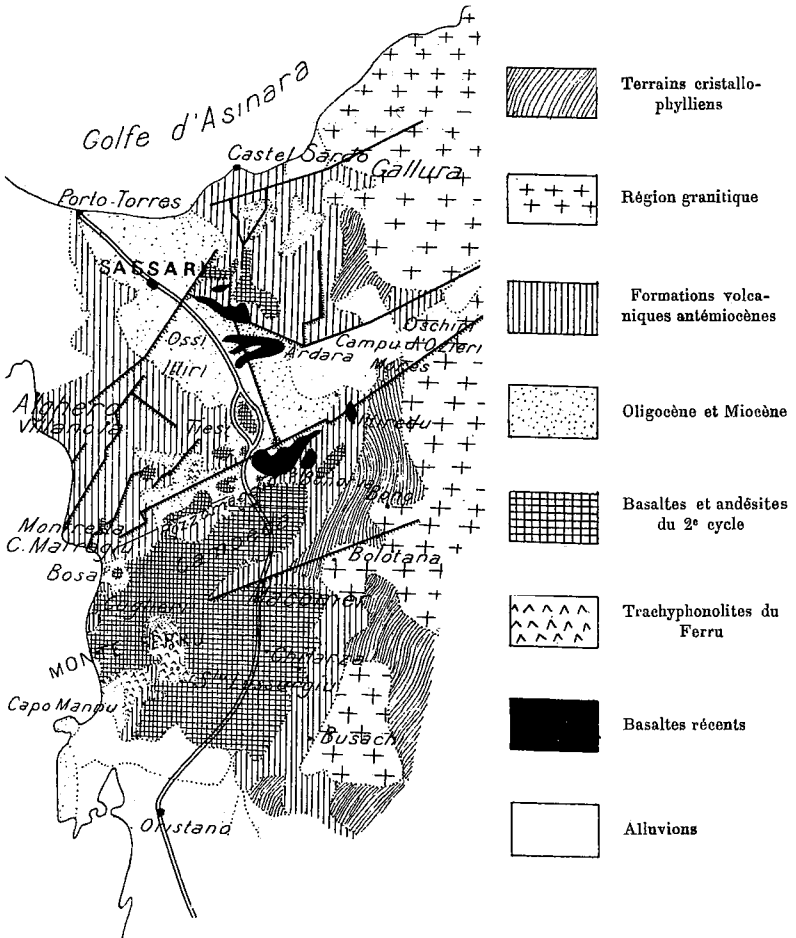


FIG. 1. — CARTE GÉOLOGIQUE DE LA PARTIE N.W. DE LA SARDAIGNE.

tiques du même âge, auxquelles il faut rattacher toute la série des rhyolites, trachytes et andésites si développées depuis le golfe d'Asindra jusqu'au Monte Ferru dont elles forment en partie le soubassement.

On doit admettre que la phase de plissement antéoligocène qui plissa fortement les terrains mésozoïques le long de l'axe

cristallophyllien et granitique de la Sardaigne, fut suivie, comme le sont la plupart des phases de plissement intense, d'une phase de surélévation général, puis de fracture. La phase d'écroulement détermina durant l'Oligocène l'apparition de centres volcaniques importants sur la zone fracturée bordant à l'Ouest l'axe granitique. Pendant tout l'Oligocène ces volcans fonctionnèrent avec intensité ; je me les figure comme très analogues aux grands volcans andésitiques japonais que j'ai eu l'occasion de visiter récemment, amas de brèches volcaniques, de produits de projection avec relativement peu de coulées.

Les visites que j'ai faites en 1913 à l'Asama-Yama, à l'Aso-Sou ont été pour moi du plus haut intérêt, car j'ai vu dans des volcans actifs ce que j'avais étudié dans les formations aujourd'hui profondément disloquées du premier cycle volcanique de Sardaigne. Ces immenses volcans, sans doute peu élevés, mais au diamètre colossal, étendirent peu à peu leurs produits de projection, rarement les laves, ou du moins en courtes coulées, finissant par atteindre d'énormes dimensions, allant de la plaine d'Oristano jusqu'au golfe d'Asinara. Ils accumulèrent les cinérites,

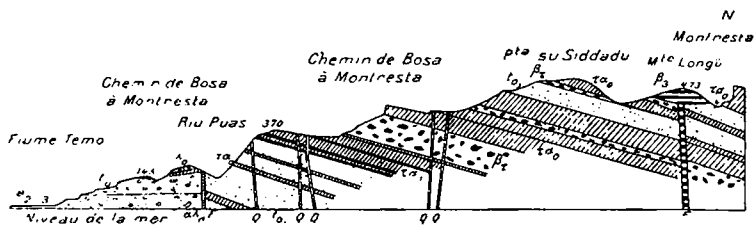


FIG. 2. — COUPE PAR LE MONTE LONGU.

α_0 , Tufs rhyolitiques et dacirhyolitiques ; $\tau \alpha_0$, Trachyandésites quartzifères ; $\tau \alpha_1$, Dacirhyolites à hypersthène ; β_1 , Brèches trachyandésitiques ; β_3 , Basaltes.

les tufs ponceux, les brèches cinéritiques, les brèches laviques rappelant les formations similaires du Cantal, groupe volcanique mort, ou de l'Asama, volcan actif ; la figure 2 montre la puissance de ces formations en certains points, puissance qui put atteindre 1500 à 2000 m., tandis qu'ailleurs elle est très réduite, probablement sur les points périphériques des grands centres volcaniques. Ces éruptions commencèrent par des rhyolites, puis vinrent des dacites à tendances rhyolitiques, puis des dacites à affinités trachytiques, des trachytes (San Giorgio, Anglona), des trachyandésites et des andésites ; la caractéristique minéralogique dominante et intéressante de ces roches est la présence de l'*hypersthène* comme je l'ai montré déjà dans mes travaux précités.

A la fin de l'Oligocène un régime lacustre s'établit dans le N. de la Sardaigne, dans l'Anglona, au pied même des volcans qui au début de cette phase étaient encore actifs et qui intercalèrent d'épais bancs de cinérites dans les formations lacustres ; mais bientôt l'activité éruptive cessa et une phase geysérienne et solfatarienne nettement prononcée suivit ; les calcaires oligocènes se montrent injectés de produits siliceux à un degré extraordinaire ; partout on relève la trace de canaux ou d'évents par où circulaient les eaux chaudes surchargées de silice. Dans les lacs de l'Anglona débouchaient ces événements geysériens ; les dépôts siliceux alternent avec les schistes bitumineux qui indiquent en même temps des dégagements probables d'hydrocarbures.

A la fin de cette période la région paraît subir un très léger mouvement de plissement ondulant les formations précédentes, souvent seulement de façon locale, puisque maintenant encore les formations volcaniques constituent d'immenses plans inclinés, non plissés, sur des surfaces considérables.

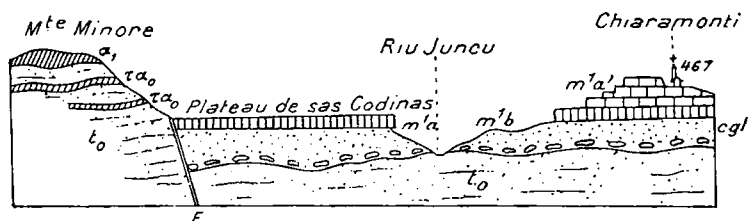


FIG. 3. — COUPE PAR LE MONTE MINORE ET CHIARAMONTI.

t_0 , Tufs rhyolitiques et trachyandésitiques ; $\tau\alpha_0$, Trachyandésites ; α_1 , Andésite à olivine ; cgl , Conglomérat de base du Burdigalien ; $m'b$, Sables burdigaliens ; $m'a$, Calcaire à *Clyp. marginalus* ; $m'a'$, Calcaire à *Scutelles*.

Vint ensuite la transgression burdigalienne qui recouvrit tout, formations lacustres et formations volcaniques, les ravinant et déposant sur elles ses poudingues de base, ordinairement formés d'éléments empruntés sur place, calcaires sur les calcaires, roches volcaniques sur les formations volcaniques. Une coupe typique (fig. 3) montrant les rapports du Burdigalien avec les formations trachyandésitiques oligocènes et les formations lacustres de cette époque peut être choisie parmi celles nombreuses et probantes que l'on relève dans la région de Chiararamonti ; j'en publierai un certain nombre dans un travail plus détaillé, accompagné d'une carte géologique.

Je distingue dans le groupe Burdigalien-Helvétien du N.W. de la Sardaigne les horizons suivants qui sont très constants, mais d'épaisseur variable :

8. Calcaires sans fossiles.
7. Calcaire granuleux à *Pecten Fuchsi*.
6. Calcaire à *Pecten cristatus*.
5. Molasses grises, sableuses, épaisses, à *Schizaster Lovisatoi*, *Æquipecten Haueri*, *Pecten Kochi*.
4. Calcaires grumeleux à *Lyropecten Melii*, *Clypeaster Scillæ*.
3. Calcaires durs compacts de Tiesi à *Turritella terebralis*, *Turritella (Proto) quadriplicata*, *Oliva plicaria*, *Ficula condita*, *Strombus nodosus*, *Cerithium* aff. *procrenatum*, *Trochus patulus*, *Pectunculus insubricus*, *Lucina* sp., *Tapes vetulus*, *Agassizia Lovisatoi*, *Scutella* aff. *subrotunda*, *Clypeaster marginatus*¹.
2. Calcaires grumeleux épais à grands Clypéastres : *Clypeaster marginatus*, *Cl. scutum*, *Cl. crassicostatus*, avec *Scutella* cf. *lusitanica*, *Sc.* cf. *subrotunda*, *Ostrea aginensis*, *Æquipecten præscabriusculus* var. *Catalaunica*, *Lithothamnium*.
1. Sables et conglomérats généralement puissants, transgressifs sur les formations volcaniques ou lacustres oligocènes.

Je ne crois pas que le Miocène marin ait recouvert toute la région d'une façon uniforme et des îles importantes, débris des formations volcaniques antérieures ont persisté certainement ; du reste les dépôts ont en général un caractère littoral.

Durant l'Helvétien s'est accompli peu à peu le retrait des eaux ; il y eut ensuite plissement, mais à faible courbure. A la suite de ces plissements, se produisirent des bombements et des cassures, et jusqu'à une époque très récente ces cassures n'ont pas cessé de rejouer par intervalles, permettant chaque fois l'émission de portions du magma. Je résumerai dans le tableau suivant la série des termes que l'on observe dans la région embrassant l'Anglona, le Logudoro et le Monte Ferru.

CORRESPONDANCE DU RÉSEAU DES FRACTURES ET DES ALIGNEMENTS VOLCANIQUES.

La presque totalité des grandes lignes de dislocation post-helvétiques est orientée soit du Nord au Sud, soit du Nord-Est au Sud-Ouest ; la deuxième orientation est fréquente et importante. J'ai insisté ailleurs sur ce fait que dans la Corse granitique les principaux accidents tectoniques et orographiques sont orientés généralement N.E.-S.W. D'autre part la partie médiane de la Sardaigne, l'axe de l'île, est constitué par une arête épaisse

1. Cette faune, ainsi que me l'a fait remarquer notre savant confrère M. DEPÉRET, est tout à fait affine à celle de Léognan et se place à la limite du Burdigalien et de l'Helvétien.

granitique et cristallophyllienne qui représente l'exact prolongement de la Corse granitique; or dans la Sardaigne granitique les directions générales des accidents tectoniques et orographiques sont identiquement comme en Corse; parmi ces accidents le plus frappant est la longue ligne de cassure qui va d'Oschiri à Golfo dei Aranci, qui traverse en écharpe la moitié de la Sardaigne, ayant provoqué un profond vallonnement allongé N.E.-S.W. dont la ligne ferrée a profité. Dans la région de Nuoro, Siniscola, Ala dei Sardi, Bitti, les orientations sont les mêmes.

On peut donc poser en principe que dans le bloc de la Corse et de la Sardaigne granitiques et cristallophylliennes tous les accidents *principaux* s'allongent du N.E. au S.W.; du reste l'origine de ces accidents est hercynienne.

Dans la production des phénomènes volcaniques ils ont joué un rôle des plus importants. En effet, les formations rhyolitiques, trachytiques, trachyandésitiques, andésitiques du premier cycle (antéburdigalien) se sont accumulées sur la bordure du massif ancien, émises sur le trajet de ces fractures qu'elles ont masquées. Le Burdigalien et l'Helvétien ont ensuite recouvert transgressivement ces mêmes formations; puis quand plus tard les vieilles fractures hercyniennes ont rejoué le nouveau, elles se sont en général propagées dans la couverture nouvelle qui les masquait, crevassant avec la même orientation les masses volcaniques oligocènes et le Miocène sédimentaire, permettant l'ascension des magmas éruptifs. Parfois la cassure n'a pas traversé le Miocène et le magma, ascensionnant par l'ancienne cassure, s'est accumulé sous le Miocène en laccolithe (laccolithe de trachyandésite à hornblende (*pulaskose*) de Castello Bonvéi).

Mais cette orientation n'est pas la seule. Une autre N.S., bien dessinée a joué aussi un rôle important. Il est facile de montrer que toutes les éruptions tertiaires du N.W. de la Sardaigne sont cantonnées le long de ces lignes de fractures et que le maximum d'intensité du volcanisme s'est produit aux points d'intersection des deux zones de fractures.

Failles du réseau N.E.-S.W. (fig. 4). — La plus septentrionale limite au N. le bassin de Perfugas; elle prend naissance dans le massif de la Gallura et pénètre dans l'Anglona à l'entrée de la gorge du Coghinas, sous Rocca Doria. Elle se poursuit vers l'W.S.W. en mettant en contact les masses trachyandésitiques du plateau d'entre Nulvi et Castel Sardo avec l'Oligocène lacustre du Campu de Coghinas. Au S.W. de Castel Sardo elle se perd dans le plateau trachyandésitique après 25 km. de parcours.

Une autre importante ligne de cassure, orientée similairement, borde l'Anglona au S.E. ; près d'Ardara elle remonte par exception au N.W. en prenant la direction conjuguée et favorisant la formation du Riu Mascari ; la dénivellation qu'elle provoque est variable, mais souvent très grande, car elle a donné naissance aux grands escarpements qui bordent au S.E. le Gran Sassu.

Une autre ligne de fracture très importante apparaît entre Mores et Ozieri ; orientée S.W.-N.E. elle limite, au S.E., le Campu d'Ozieri, puis traverse tout le Logudoro en passant par la région de Giave et vient aboutir près de Pozzomaggiore, en offrant sur son parcours une série remarquable de cônes volcaniques et de coulées en relation avec elle ; cette ligne de fracture se prolonge très bien hors de la région tertiaire à travers la Sardaigne granitique et cristallophyllienne jusqu'à Golfo de Aranci, entre la Gallura et les monts d'Ala.

Dans toute la région ouest du Logudoro, autour de Villanova,

les masses rhyolitiques et trachyandésitiques antémioènes sont hachées par des fractures parallèles dont j'ai noté les principales et dont l'orientation oscille toujours autour d'une direction S.W.-N.E. Je n'entrerai pas dans leur détail.

La plus méridionale des cassures du réseau N.E.-S.W., et une

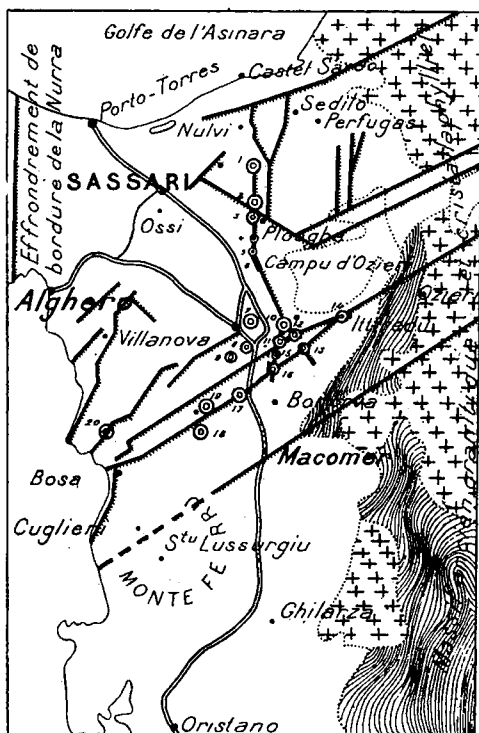


FIG. 4. — RAPPORTS DES FAILLES ET DES VOLCANS PLÉISTOCÈNES ET RÉCENTS.

Volcans : 1, Massa ; 2, Farighesu ; 3, San Matteu ; 4, Pubbulema ; 5, Meddaris ; 6, Filon de Monte Rujù. — 7, Peladu ; 8, Cuguladdu (Cucureddu) ; 9, Seda Oro ; 10, Monte Arana (dyke) ; 11, Oes de Torralba ; 12, Austidu ; 13, Cujaru ; 14, Ittiri-redu ; 15, Annaru ; 16, Dyke 551 ; 17, Binnarzosu ; 18, San Pietro ; 19, Oes de Pozzomaggiore ; 20, Épanchement de Montresta.

des plus importantes par suite de la grande dénivellation qu'elle provoque, est celle qui borde au S.E. la Catena del Marghine (ou en sarde « de sa Marghine »). Cette dénivellation atteint de 500 à 600 m. dans la région de Bortigali. Au S.E. de Macomer elle diminue, puis la Catena disparaît sous le manteau immense des basaltes du Ferru, toute observation devient alors impossible, mais une remarque des plus importantes s'impose : si on prolonge la cassure de la Catena de 8 à 10 km. vers le S.W. on voit que le noyau trachytique du Ferru jalonne exactement son prolongement.

Failles du réseau Nord-Sud. — La plus occidentale des zones de cassure borde la chaîne de la Nurra ; elle a donné naissance, entre cette ligne de hauteurs et la région de Sassari, à une région plate envahie par des alluvions pléistocènes. Au Sud elle longe le littoral entre Bosa et Alghero ; ce dernier est taillé à pic sur une hauteur gigantesque (800 m. en certains points) et il faut voir dans cette longue ligne d'escarpements le passage de cette zone de fractures.

Une autre ligne de fracture, dirigée N.S., joue un rôle considérable par ses relations avec une grande partie des coulées basiques du N.-W. sarde. Sur la fracture N.E.-S.W. du Coghinas se greffe une faille dans les environs de Monte Fulcada : d'abord nord-sud, elle traverse simplement les trachyandésites avec une faible dénivellation jusqu'à Sedini, puis elle décrit une série de zigzags jusqu'à la hauteur de Chiaramonti en mettant en contact le Burdigalien ou même l'Helvétien avec les formations volcaniques antémiocènes ; la dénivellation est grande. Une autre cassure parallèle, et la rejoignant souvent par une multitude de cassures secondaires peu importantes, traverse les plateaux au N. de Nulvi et a permis l'épanchement des andésilabradorites et des basaltes à augite et hypersthène en nappes de Tergu, Piana Ederas, Monte Giannanalias ; Monte Massa, volcan récent, est sur son parcours, au N. de Ploaghe, où elle se soude à la fracture du Riu Mascari. Elle a d'abord donné naissance aux andésites hypersthéniques à olivine des plateaux au N. de Ploaghe, puis a joué plus récemment, en permettant les éruptions des volcans Massa, Farighesu et San Matteu. Au Sud de Ploaghe elle continue avec la même importance ; dans la région de Monte Rujù elle a curieusement servi pendant 6 km. de cheminée d'émission à une grande coulée basaltique ; ensuite elle dévie vers l'E. de 15° ; puis on la suit difficilement dans la région de Tiési où pourtant elle se montre comme l'origine du

volcan Peladu et de celui de Seda Oro; elle rejoint ensuite après un parcours de 50 km. la ligne de fractures N.E.-S.W. que nous avons vue tout à l'heure aller des environs d'Ozieri au delà de Pozzomaggiore.

Dans la région du Monte Ferru on ne trouve pas de grande fracture longuement prolongée, mais une multitude de filons, pleins de basalte, orientés N.-S., bien visibles dans le noyau central; j'ai montré que ce sont aussi des fissures N.-S. qui ont donné les basaltes de la plaine du Tirso en recoupant la Catena del Marghine.

Par conséquent nous pouvons en grande partie maintenant nous rendre compte de la correspondance du volcanisme et des zones de fracture. Si nous considérons d'abord le massif volcanique du Monte Ferru, nous remarquerons que le noyau central trachyphonolitique se trouve au point d'intersection de la fracture bordant la Catena et d'un faisceau de cassures N.-S. Pendant la phase basaltique, si considérable, du Ferru, les failles N.-S. surtout ont joué, puisque tous les filons basaltiques, aussi bien ceux qui ont donné les basaltes andésitiques (*camptonose*) des plateaux que ceux qui ont donné les immenses nappes du pourtour du cône ont cette orientation.

En même temps le long de la Catena, du côté sud, des fissures, orientées de même, déversaient une quantité formidable de basaltes dans la plaine d'effondrement du Tirso, et leurs coulées se mêlaient à celles qui dévalaient de toutes parts sur les flancs du gigantesque dôme trachytique du Ferru, haché de fissures par où le magma basaltique s'élevait.

En dehors du Ferru, on est frappé de la régularité avec laquelle une grande partie des éruptions basiques posthelvétiques est répartie sur la grande faille du Logudoro et de l'Anglona. En particulier, j'ai montré tout à l'heure que les éruptions d'andésites, andésilabradorites à pyroxènes rhombique et monoclinique, d'andésites hypersthéniques à olivine, de basaltes à hypersthène, sont distribués sur cette zone, qui, en jouant plus tard a donné naissance à des basaltes des plateaux (volcan Peladu et coulées) et, plus tard encore, à toute une série de volcans et de coulées récentes (Monte Ruju, San Matteo et Coloru, Monte Massa).

Sur la grande faille N.E.-S.W. d'Ozieri à Pozzomaggiore on relève la présence des volcans San Pietro, Monte Oes de Pozzomaggiore, Binnarzosu, d'Ittiredu.

Mais c'est surtout aux points d'intersection de la grande cassure centrale N.-S. et des fractures N.E.-S.W., que les bouches

	ANGLONA.	LOGUDORO.	CAMPEDA ET CATENA DEL MARGHINE.	MONTE FERRU.
RÉCENT ET PLEISTOCÈNE.	Cône et coulée basaltique (<i>Akérose</i>) de Monte Massa.	Cônes et coulées basaltiques d'Ardara, San Matteu, Coloru (<i>Akérose</i>), Cucureddu (<i>Monchiquose</i>), Austidu (<i>Camptonose</i>), dyke de Monte Oe de Torralba, volcan d'Ittiredu.		Peut-être quelques réouvertures sur le pourtour du Ferru?
SÉRIE VOLCANIQUE S'ÉTAGEANT DE LA FIN DE L'HELVÉTIEN A LA FIN DU PLEIOCÈNE.	Sables et graviers pleistocènes (Alluvions anciennes).			
		Basalte, coulée de Monte Oes de Pozzomaggiore (<i>Lamarose</i>), cônes de San Pietro, Monte Oes, volcans Peladu, Binnarzosu, nappe de basaltes supérieurs de Giave (<i>Camptonose</i>). Basalte porphyroïde (<i>Auvergnose</i>) de Seda Oro et de Montresta.	Basalte (<i>Camptonose</i>) de Monte Manzzanu, Nuraghe de Bara. Basalte (<i>Camptonose</i>) de la Campeda, de Tresnuraghes.	Analcimtéphrites (<i>Scanose</i>). Basaltes du manteau extérieur du Ferru (<i>Camptonose</i>). Basalte de Monte Commida (<i>Auvergnose</i>). Basaltes andésitiques (<i>Camptonose</i>) de Sos Ojos, Monte Entu, Rocca sa fazzada, Pta Arancola, Monte Urticu, etc. Basaltes inférieurs de la vallée du Tirso (<i>Camptonose</i>).
		Basaltes (<i>Camptonose</i>) de la nappe inférieure du plateau de Giave, basalte de Padria, basaltes inférieurs de Cheremule.		Trachyphonolites à olivine (<i>Pulaskose</i>), Rocca sa tiria, Rocca sa turra, Basalte anorthosique (<i>Lamarose</i>). Série des phonolites et trachyphonolites (<i>Pulaskose</i> , <i>Phlegrose</i> , <i>Beemerose</i> , <i>Viezzenose</i>). Trachytes du dôme intérieur (<i>Pulaskose</i>).
		Andésite de Tilepre à hornblende. Laccolithe de trachyandésite à hornblende de Castello Bonvéi (<i>Pulaskose</i>).		Trachyte de Monte Muradu (<i>Ilmenose</i>).
BURDIGALIEN-HELVÉTIEN.	Andésite à hypersthène du Riu Gianturas (<i>Labradorose</i>), basaltes, andésite de Ferru Ezzu (<i>Camptonose</i>). Basaltes, andésites à olivine, augite et hypersthène (<i>Andose</i>) de Tergu, de Piana Ederas, Monte Giannanalias, Riu Ranchida, Bonaria. Trachyandésites de Bonaria.	Basaltes à hypersthène, bronzite, augite. Andésites, andésilabradorites (<i>Camptonose</i>). Andésite à hypersthène de Monte Figuladda, Pala sa Rocca, Monte Minerva (<i>Hessose</i> et <i>Andose</i>).		
	Calcaires sans fossiles. Calcaire à <i>Pecten Fuchsi</i> . Calcaire à <i>Pecten cristatus</i> . Molasses à <i>Pecten Kochi</i> , <i>Æquipecten Haueri</i> , <i>Schizaster Lovisatoi</i> . Calcaires à <i>Lyropecten Melii</i> , <i>Clypeaster Scillæ</i> . Calcaires à <i>Turritella quadriplicata</i> , <i>T. terebralis</i> , <i>Ol. plicaria</i> , <i>F. condita</i> , <i>Scut. aff. subrotunda</i> , <i>Clyp. marginatus</i> . Calcaire à grands Clypeastres, <i>C. crassicostatum</i> , <i>C. scutum</i> , <i>C. marginatus</i> , Sables et conglomérats transgressifs.		<i>Str. nodosus</i> , <i>Cer. aff. procrenatum</i> , <i>T. patulus</i> , <i>Pect. insubricus</i> , <i>Tap. vetulus</i> , <i>Ag. Lovisatoi</i> , <i>Sc. cf. subrotunda</i> , <i>Sc. cf. lusitanica</i> , <i>O. aginensis</i> , <i>Æquip. præscabriusculus</i> var. <i>catalaunica</i> .	
OLIGOCÈNE.	Schisto-calcaires silicifiés de Perfugas, formations geysériennes. Cinérites. Arkoses et brèches de Santa Maria et conglomérats.			
	Puissante série de rhyolites (<i>Liparose</i> , <i>Toscanose</i>), trachytes (<i>Phlegrose</i>) andésites à hypersthène (<i>Andose</i>).		trachyandésites à hypersthène, augite, biotite (<i>Monzonose</i>) dacirhyolites (<i>Shoshonose</i>).	

de sortie se multiplient et que leur importance augmente : ainsi le groupe des volcans de Ploaghe au croisement avec la zone de fractures qui borde au N. le Campu d'Ozieri et se poursuit par la vallée du Riu Mascari ; mais où le phénomène atteint toute son ampleur, c'est à l'intersection de la grande fracture N.-S. et de la ligne de cassures N.E.-S.W. d'Ozieri à Pozzomaggiore ; là, dans le Campu di Torralba s'est produit un véritable étoilement où dans un espace restreint, se sont accumulés les cônes et les bouches de sortie des basaltes récents (fig. 4 et 5).

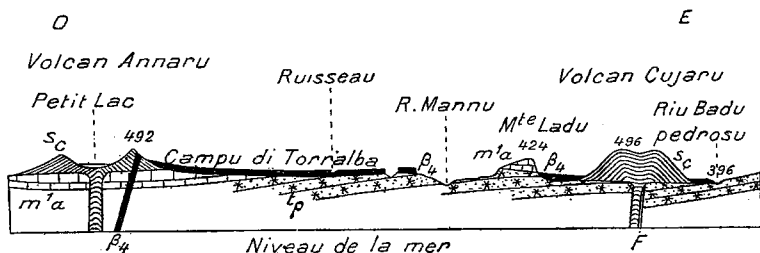


FIG. 5. — COUPE PAR LES VOLCANS ANNARU ET CUJARU.
 tp , Rhyolites et tufs ; β_4 , Basaltes récents et pléistocènes ; Sc , cônes volcaniques scoriacés. — Les autres notations comme précédemment.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS. — Ainsi, à l'époque hercynienne, la masse cristalline et cristallophyllienne de Sardaigne fut affectée par des plissements à grand rayon de courbure, grands bombements postérieurs aux mouvements orogéniques ; puis des cassures parallèles à celles de la Corse cristalline ont pris naissance. Bien plus tard, ces cassures ont rejoué, donnant naissance aux éruptions colossales de rhyolites, dacirhyolites, trachytes, trachyandésites, andésites oligocènes que nous appellerons le premier cycle volcanique. Puis après, vient la transgression miocène ; après celle-ci les mêmes voûtes hercyniennes et les vieux jeux de failles qui les accompagnent rejouent encore et derechef donnent des laves : c'est le deuxième cycle : dans la région méridionale du S.W., les trachytes du Ferru édifient un dôme colossal percé ensuite de venues phonolitiques et plus tard de trachyphonolites à olivine (trachydolérites) ; les grandes cassures nord-sud acquièrent toute leur amplitude ; dans l'Anglona et le Logudoro s'est épanchée la grande série des andésites et des basaltes à bronzite ou hypersthène et augite ; puis se produisent d'in vraisemblables déluges basaltiques donnant naissance à la nappe de l'Altipiano de Campeda, du Planu Mannu et de la coulée inférieure de Giave, la lave sortant par des fractures béantes, sans intervention de cônes volcaniques.

Ensuite, pendant le Pliocène, des cassures N.-S. font, dans le massif du Ferru, sortir à travers la masse hachée du dôme trachyphonolitique les déluges de basalte andésitique en plusieurs venues successives ; dans le Logudoro, sur les cassures N.-S. et les lignes de fracture N.E.-S.W. apparaissent des cônes et des basaltes aujourd'hui en plateaux ; puis le cycle se termine par les émissions d'analcimtéphrite du Ferru qui alors s'éteint pour toujours. Enfin dans l'Anglona et le Logudoro l'activité éruptive se réveille plus tard ; c'est le troisième cycle ; pendant la fin du Quaternaire et récemment, les points d'intersection des grandes cassures N.-S. et N.E.-S.W. donnent une profusion de cônes scoriacés et émettent d'importantes coulées basaltiques (*akérose, monchiquose, camptonose*).

J'ai cherché dans cette brève esquisse à donner un aperçu des faits que j'ai longuement exposés avec de nombreuses coupes et avec carte dans un mémoire qui paraîtra prochainement. Je vais examiner maintenant comment au point de vue chimique se sont comportés les cycles volcaniques successifs que je viens de définir stratigraphiquement.

II. — Étude chimique

A. — 1^{er} CYCLE (ANTÉMIOGÈNE).

Les éruptions du premier cycle ont débuté par des rhyolites¹, comme je l'ai montré depuis longtemps, et comme l'a confirmé récemment H. Washington. Les plus anciennes que je connaisse sont des formes à tendances microgranitiques que j'ai observées au Riu sa puntigia dans la région de Pozzomaggiore (feuille de Bonorva). Cette rhyolite (XV)² a fourni à l'analyse les résultats suivants :

XV. — *Rhyolite* (Sa puntigia).

SiO ²	73,60
TiO ²	traces
Fe ² O ³	5,10
FeO.....	0,30
Al ² O ³	12,60
MgO.....	0,19
CaO.....	0,60
Na ² O.....	2,70
K ² O.....	5,50
Perte.....	0,38
	<hr/>
	100,97

1. Ces roches seront comme les autres étudiées en détail au point de vue minéralogique.

2. Les chiffres romains permettent de se reporter aux diagrammes de la planche I.

Cette roche est nettement alcaline. On en déduit les valeurs suivantes pour les triangles de Michel-Lévy (pl. I).

Fumerolle : $k = 5,5$ $n = 2,7$ $c = 0,6$ $S_{sal} = 63,1$ (dont $Q = 25$)
 Scorie : $c' = \text{traces}$ $m = 0,1$ $f = 5,4$ $S_f = 10,2$

La classification américaine fait de cette roche :

1 *persalane* 4 *britannare* 1 *liparase* 3 *liparose*

Les paramètres magmatiques de Michel-Lévy la définissent :

$\Phi = 3,4$ *alcalinogranitique* $r = 1,7$ *mégapotassique*
 $\Psi = 28$ *ferrique* $U = 9$ *microcalcique*

Cette roche est donc une *liparose*, sa fumerolle est alcalinogranitique et mégapotassique ; la scorie est ferrique et microcalcique.

Dans le Logudoro des rhyolites andésitiques accompagnées de cinérites, tufs, brèches laviques jouent un grand rôle ; elles abondent dans la région de Bonorva, sur la pianure Tilipilchese, ou Nuraghe Puttos de Inzu, au Monte s'Archessi, au Monte Donna et dans une multitude de points entre le Planu Mannu et la Regione Santa Lucia, toujours en très petites coulées, en minces nappes restreintes, généralement bréchoïdes, souvent très vitreuses. Les éléments ferromagnésiens sont la *biotite* et un peu d'*ægirinaugite*. Beaucoup de zircons énallogènes. Les feldspaths sont : *sanidine*, *anorthose*, associations zonées d'*andésine*, *andésine-oligoclase*, *andésine-labrador*.

XIV. — *Rhyolite* (Monte Donna) ¹.

SiO ₂ }			71,03
TiO ₂ }			
Al ₂ O ₃			15,03
Fe ²⁺ O ₃			0,50
FeO			1,32
MgO			1,24
CaO			1,53
Na ₂ O			3,31
K ₂ O			5,99
Perte			0,71
			100,66

1. Dans tous les tableaux comparatifs des pages suivantes, la première colonne à gauche comprend la *composition minéralogique théorique suivant Michel-Lévy*, la 2^e la *classification américaine*, la suivante les *paramètres magmatiques*, et la dernière les *éléments des triangles de Michel-Lévy*.

Or.....	34,9	1. Classe persalane	$\Phi = 3,1$ alcalino-granitique.	$k = 5,9$
Ab.....	27,9			$n = 3,3$
An.....	7,4	4. Ordre britannare	$r = 1,8$ mégapotas-sique.	$c = 1,5$
F.....	70,2			$Ssal = 67,7$
Q.....	21,8	2. Rang toscanase	$\Psi = 1,5$ magnésien-ferrique.	$al = 1,4$
Sal.....	92,0			$m = 1,2$
x.....	8	3. Subrang toscano-se	$U = 1,2$ mésocalcique.	$f = 1,8$
Total ..	100,0			$Sx = 4,3$

La *biotite* (7,6 p. 100) étant l'élément coloré prédominant, provoque la présence de 1,4 d' Al^2O^3 non feldspathisable. La roche est une *toscanose alcalinogranitique et mégapotassique, magnésienne-ferrique et mésocalcique*.

Un autre type de roches appartient à la même série ; il se relie étroitement aux formes précédentes et abonde dans tout l'Anglona, le Logudoro et le soubassement du volcan Monte Ferru. Ce sont des trachyandésites quartzifères ou si l'on veut des dacirhyolites caractérisées comme je l'ai fait voir, il y a longtemps déjà, par la présence constante de l'*hypersthène* ou de la *bronzite*, généralement accompagnée de *biotite* et d'*augite*.

III. Dacirhyolite à hypersthène et augite (Mte Pizzolu).	II. Dacirhyolite à hypersthène, biotite et augite (base de Pla s'Ittiresu).	IV. Dacirhyolite à hypersthène-augite et biotite (R. Caniga, MILLOSEVICH).
SiO ²	58,52	58,40
TiO ² }	0,30	0,41
Al ² O ³	17,61	17,94
Fe ² O ³	4,53	5,02
FeO.....	1,45	MnO. 0,40
MgO.....	1,44	FeO.. 1,42
CaO.....	5,38	0,95
Na ² O.....	4,58	6,23
K ² O.....	5,30	3,64
P ² O ⁵		4,68
Perte.....	1,70	traces
	99,95	1,89
	100,81	100,98

On déduit de ces analyses :

III. — *Dacirhyolite* (Monte Pizzolù).

Or ... 32	II. Classe dosalane	$\Phi = 2,2$ alcalino-syénitique	$k = 5,4$
Ab ... 39			$n = 4,6$
An ... 15,4	5. <i>Ordre germanare</i>	$r = 1,17$ mégapotassique	$c = 3,1$
F ... 86,4			$Ssal = 53,9$
Q ... 3,2	3. <i>Rang andase</i>	$\Psi = 2,8$ magnésien-ferrique	$c' = 0,1$
Sal ... 89,6	3. <i>Subrang shoshonose</i>	$U = 1,9$ mésocalcique	$f = 5,9$
x ... 11			$m = 2,1$
Total. 100,6			$Sx = 3,6$

Éléments colorés : *hypersthène* 6,5 ; *augite* 2,5 ; *magnétite* 2 p. 100.

II. — *Dacirhyolite* (Pta s'Ittiresu).

Or ... 19,5	II. Classe dosalane	$\Phi = 2,2$ alcalino-syénitique	$k = 5,3$
Ab ... 37,3			$n = 4,5$
An ... 17,4	5. <i>Ordre germanare</i>	$r = 1,1$ mégapotassique	$c = 3,5$
F ... 74,2			$Ssal = 53,3$
Q ... 3,0	3. <i>Rang andase</i>	$\Psi = 4,0$ magnésien-ferrique	$c' = 1,8$
Sal ... 77,2	3. <i>Subrang shoshonose</i>	$U = 1,0$ mésocalcique	$f = 5,9$
x ... 18			$m = 1,4$
Total. 95,2			$Sx = 5,7$

Éléments ferromagnésiens : 4 p. 100 d'*hypersthène*, 9 d'*augite* et 3 de *magnétite*. Environ 6 p. 100 de produits d'altération.

IV. — *Dacirhyolite* (Regione Caniga).

Or ... 27,2	II. Classe dosalane	$\Phi = 2,4$ syénitique	$k = 4,6$
Ab ... 30,4			$n = 3,6$
An ... 18,9	5. <i>Ordre germanare</i>	$r = 1,2$ mégapotassique	$c = 3,8$
F ... 76,5			$Ssal = 46,6$
Q ... 3,0	3. <i>Rang andase</i>	$\Psi = 7$ ferrique	$c' = 2,4$
Sal ... 79,5	3. <i>Subrang shoshonose</i>	$U = 3$ microcalcique	$f = 6,8$
x ... 16			$m = 0,9$
Total. 95,5			$Sx = 11,8$

Éléments colorés : *pyroxène rhombique* 5,5 ; *pyroxène monoclinique* (*augite*) 6,0 ; *biotite* 2,0 ; *magnétite* et *ilménite* 3,0.

La dernière de ces trois roches diffère très légèrement des autres dans Φ , Ψ et U ; r reste mégapotassique. La classification américaine, moins sensible, en fait des *shoshonoses* (II, 5, 3, 3).

Les roches précédentes sont suivies d'une série considérable de trachyandésites. Je donnerai auparavant l'analyse d'un trachyte (San Giorgio, Anglona) qui paraît stratigraphiquement contemporain, ou peut-être antérieur aux dacirhyolites.

XII. — *Trachyte à biotite* (San Giorgio, Anglona).

Si O ²	62,71
Ti O ²	traces
Al ² O ³	19,40
Fe ² O ³	3,16
Fe O	0,16
Mg O	1,23
Ca O	1,10
Na ² O	4,46
K ² O	8,07
Perte	0,40
	<u>100,69</u>

Or ... 47,4	1. <i>Classe persalane</i>	$\Phi = 1,9$ alcalino-syénitique	$k = 8,0$
Ab ... 39,8	5. <i>Ordre canadare</i>		$n = 4,7$
An ... 5,5	1. <i>Rang nordmarkase</i>	$r = 1,0$ mégapotassique	$c = 1,1$
F ... 92,7		$\Psi = 2,9$ magnésien-ferrique	$S_{sal} = 56,2$
Sal ... 92,7	3. <i>Subrang phlegrose</i>	$U = 8$ microcalcique	$al = 1,4$
x ... 8,0			$m = 1,2$
Total. 100,7			$f = 3,2$
			$S_x = 3,0$

Je donnerai maintenant quelques analyses de trachyandésites. Ces roches avec leurs tufs, cinérites, brèches laviques, agglomérats, couvrent des aires immenses dans le Logudoro et l'Anglona et forment en grande partie le soubassement du Ferru. Elles contiennent normalement de l'*hypersthène*, de l'*augite* et de la *biotite*. Le pyroxène rhombique peut être de la *bronzite*.

V. <i>Trachyandésite à bronzite, augite et biotite</i> (Riu Monteleone, entre Ittiri et Villanova).	VI. <i>Trachyandésite vitrophyrique à hypersthène et augite</i> (Casino Usai, (MILLOSEVICH).	VII. <i>Trachyandésite à biotite, bronzite, hypersthène</i> (Chirralza).	VIII. <i>Trachyandésite vitreux à biotite, hypersthène et hornblende</i> (Catena de Cossoine).
Si O ² ... 61,32	63,44	62,42	58,48
Ti O ² ... 0,30	0,75	traces	traces
Al ² O ³ ... 17,00	17,03	18,00	18,80
Fe ² O ³ ... 3,81	1,97	2,00	2,30
Fe O ... 1,30	1,61	1,20	1,92
Mn O ...	0,21		

Mg O..	1,82	0,87	1,93	3,01
Ca O...	2,88	2,78	3,01	2,89
Na ² O..	3,96	3,53	3,04	4,00
K ² O...	6,90	5,31	6,38	5,51
Pertè..	1,41	3,31	2,99	2,70
	100,70	100,81	100,97	99,61

V. — *Trachyandésite* [quartzifère] (Riu Monteleone).

Or.....	40,8	II. Classe dosalane	$\Phi = 2,2$ alcalino-syénitique	$k = 6,9$
Ab.....	33,0			$n = 3,9$
An.....	8,4	5. Ordre germanare	$r = 1,1$ mégapotas-sique	$c = 1,7$
F.....	82,2			$Ssal = 57,2$
Q.....	5,3	2. Rang monzonase	$\Psi = 2,1$ magnésien-ferrique	$c' = 1,1$
Sal.....	87,5			$f = 5,1$
x.....	12	3. Subrang monzo-nose	$U = 1,7$ mésocal-cique	$m = 1,8$
Total..	99,5			$Sx = 3,10$

Les éléments colorés $x = 12$ p. 100 se répartissent en *bronzite* et *biotite* surtout ; l'*augite* fournit 1,1 de chaux non feldspathisable.

VI. — *Trachyandésite vitrophyrique* (Casino Usai).

Or.....	31,4	II. Classe dosalane	$\Phi = 2,3$ syénitique	$k = 5,3$
Ab.....	29,6			$n = 3,5$
An.....	13,4	5. Ordre germanare	$r = 1,5$ mégapo-tassique	$c = 2,7$
F.....	74,4			$Ssal = 4,9$
Q.....	3,0	2. Rang monzonase	$\Psi = 4,3$ magnésien-ferrique	$al = 0,7$
Sal.....	77,4			$f = 3,7$
x.....	22,0	3. Subrang monzo-nose	$U = 1,3$ mésocal-cique	$m = 0,8$
Total..	99,4			$Sx = 15,3$

VII. — *Trachyandésite* (Chirralza, Anglona).

Or.....	43,2	II. Classe dosalane	$\Phi = 2,2$ alcalino-syénitique	$k = 6,3$
Ab.....	25,4			$n = 3,0$
An.....	14,9	5. Ordre germanare	$r = 2,1$ mégapo-tassique	$c = 3,0$
F.....	83,5			$Ssal = 54,90$
Q.....	6,0	2. Rang monzonase	$\Psi = 1,6$ magnésien-ferrique	$al = 0,7$
Sal.....	89,5			$f = 3,2$
x.....	11,4	3. Subrang monzo-nose	$U = 1,6$ mésocal-cique	$m = 1,9$
Total..	100,9			$Sx = 7,0$

On peut admettre 5,5 de *biotite* pour 5,5 de *bronzite* et 1,0 de *magnétite* et d'*ilménite*.

1. Il n'y a pas de quartz individualisé visible à l'œil et il est à l'état de silice dans la pâte vitreuse.

VIII. — *Trachyandésite* (Catena de Cossoine).

Or.....	32,6	11. <i>Classe dosalane</i>	$\Phi = 2,2$ alcalinosyénitique	$k = 5,5$
Ab.....	33,9			$n = 4,0$
An.....	13,9	5. <i>Ordre germanare</i>	$r = 1,3$ mégapotassique	$c = 2,8$
F.....	80,4	2. <i>Rang monzonase</i>	$\Psi = 1,6$ magnésienferrique	Ssal = 50,3 $al = 1$
x.....	15,5			$f = 4,2$
Total..	95,9 ¹	3. <i>Subrang monzonose</i>	$U = 1,7$ mésocalcique	$m = 3,0$ $Sx = 7,1$

Les éléments colorés se répartissent ainsi : *biotite* 7 ; *hypersthène* 6 ; *hornblende* 1 ; *magnétite* 1,6 p. 100. La petite quantité de *hornblende* est contrebalancée par la *biotite* qui introduit l'alumine en excès : 1 p. 100.

Les roches que nous venons de décrire sont très voisines, elles sont toutes *mégapotassiques*, *magnésiennes-ferriques* et *mésocalciques*, avec seulement une petite différence dans la fumerolle dans un cas où elle est *syénitique*, tandis qu'elle est normalement *alcalinosyénitique*. La classification américaine les admet toutes dans le subrang *monzonose* (II, 5, 2, 3).

Des types légèrement différents viennent ensuite : ce sont des andésites ou des trachyandésites étroitement apparentés aux roches précédentes et faisant partie des mêmes séries. Les *pyroxènes rhombiques* y sont toujours essentiels ainsi que l'*augite* et la *biotite*.

<i>Trachyandésite</i> quartzifère (entre Ittiri et Villanova).	IX. <i>Trachyan-</i> <i>désite</i> (Riu Mannu, MILLOSEVICH).	X. <i>Trachyan-</i> <i>désite</i>	I. <i>Andésite</i> (Val Barca, MILLOSEVICH).	
SiO ₂	67,02	68,03	64,66	53,33
TiO ₂	0,37	0,43	0,40	0,47
Al ₂ O ₃	13,70	14,18	16,51	21,21
Fe ² O ₃	3,01	3,14	1,42	1,67
FeO.....	1,00	0,89	1,60	3,25
MnO.....		0,31		1,29
MgO.....	0,80	0,64	1,42	2,60
CaO.....	3,30	3,12	4,55	10,04
Na ² O.....	4,65	4,71	5,07	3,22
K ² O.....	3,62	3,90	3,37	2,25
Perle.....	1,70	1,81	2,20	0,90
	99,17	101,16	101,20	100,23

1. Il y a 4 % environ de produits de décomposition.

Trachyandésite (entre Ittiri et Villanova, Riu Monteleone).

Or....	21,3	II. Classe dosalane	$\Phi = 2,1$ alcalino-syénitique.	$k = 3,6$
Ab....	39,0			$n = 4,6$
An....	6,1	5. <i>Ordre germanare</i>	$r = 0,7$ mésopotassique.	$c = 1,2$
F.....	66,4			$Ssal = 47,9$
Q.....	5,0	3. <i>Rang andase</i>	$\Psi = 5$ ferrique.	$c' = 2,1$
Sal...	71,4			$m = 0,8$
x.....	23,7	4. <i>Subrang andose</i>	$U = 1,3$ mésocalcique.	$f = 4,8$
Total.	97,1			$Sx = 16$

On peut admettre pour π : 6,2 de *biotite* ; 10,2 de *pyroxènes rhombiques* ; 6,8 d'*augite* ; 2,5 de *magnétite*.

IX. — *Trachyandésite* (Riu Mannu).

Or....	23,1	II. Classe dosalane	$\Phi = 2,1$ alcalino-syénitique.	$k = 3,9$
Ab....	39,8			$n = 4,7$
An....	6,0	5. <i>Ordre germanare</i>	$r = 0,6$ mésopotassique.	$c = 1,2$
F.....	68,9			$Ssal = 47,7$
Q.....	3,0	3. <i>Rang andase</i>	$\Psi = 7$ ferrique.	$c' = 1,9$
Sal....	71,9			$m = 0,6$
x.....	24,1	4. <i>Subrang andose</i>	$U = 1,3$ mésocalcique.	$f = 4,2$
Total.	96,0			$Sx = 15$

Il y a environ 10 de *bronzite* et d'*hypersthène* ; 3,8 de *biotite* ; 7,9 d'*augite* ; 2,5 de *magnétite* et d'*ilménite*, avec 4 p. 100 de produits de décomposition.

X. — *Trachyandésite* [type très quartzifère] (Riu Mannu).

Or....	19,5	II. Classe dosalane	$\Phi = 2,6$ syénitique	$k = 3,3$
Ab....	42,3			$n = 5,0$
An....	9,9	4. <i>Ordre austrare</i>	$r = 0,6$ mésopotassique.	$c = 2,0$
F.....	71,7			$Ssal = 55,9$
Q....	13,0	2. <i>Rang dacase</i>	$\Psi = 2,1$ magnésien-ferrique.	$c' = 2,5$
Sal...	84,7			$m = 1,4$
x.....	17	4. <i>Subrang dacose</i>	$U = 0,6$ mégacalcique.	$f = 3,0$
Total..	101,7			$Sx = 7,8$

Il y a environ 8,5 d'*hypersthène* ; 3,0 de *biotite* ; 5,5 d'*augite* et 1 de *magnétite*. Cette roche offre une fumerolle assez acide ; elle reste *mésopotassique* comme les précédentes.

I. — *Andésite* (Val Barca).

Or. . . .	43	II. <i>Classe dosalane</i>	$\Phi = 3,8$ granitodioritique.	$k' = 2,2$
Ab. . . .	27,1			$n = 3,2$
An. . . .	36,7	5. <i>Ordre germanare</i>	$r = 0,6$ mésopotassique.	$c = 7,4$
F.	76,8			$S_{sal} = 42,9$
Sal . . .	76,8	3. <i>Rang andase</i>	$\Psi = 2,0$ magnésienferrique.	$c' = 2,6$
x.	23,2			$m = 2,6$
Total. .	100,0	4. <i>Subrang andose</i>	$U = 0,6$ mégacalcique.	$f = 4,8$
				$S_x = 10,4$

Parmi ces roches, trois sont réparties dans les *andoses* par la classification américaine ; une autre assez fortement quartzifère est une *dacose*. Les paramètres magmatiques plus sensibles, y indiquent deux types *alcalinosyémitiques*, un *syénitique* et un *granitodioritique* ; mais on remarquera que malgré cette différence qui indique, en somme, simplement un degré d'acidité plus ou moins élevé, le paramètre r varie à peine, et c'est ce qui donne à ces roches une étroite parenté : toutes sont mésopotassiques avec $r = 0,7 - 0,6 - 0,6 - 0,6$; on ne peut trouver une série plus cohérente ; j'ajouterai qu'elles sont soit *ferrique* ou *magnésienne-ferrique* et *méso* ou *mégacalcique*. Je reviendrai plus loin là-dessus.

2^e CYCLE (POSTHELVÉTIEN).

Les roches précédentes ont été transgressivement recouvertes par le Burdigalien. Après l'Helvétien ont été émises des roches offrant encore une parenté avec les précédentes, mais incontestablement posthelvétienues, car elles reposent en vastes coulées sur ce terrain en beaucoup de points de l'Anglona. J'en donnerai ailleurs des coupes probantes. A ce groupe appartiennent des roches toutes riches en *bronzite* ou en *hypersthène* et *augite*, souvent riches en *olivine* ; tels sont les andésites de Monte Figulada, Pala sa Rocca, Monte Minerva du Logudoro (*hessose* et *andose*), les basaltes, andésites à *olivine*, *augite*, *hypersthène* (*andose*) de Piana Ederas, Tergu, Monte Giannalias, Bonaria, Riu Ranchida (Anglona) ; les andésites et basaltes de Ferru-Ezzu (*camptonose*), l'andésite du Riu Gianturas (*labradorose*). J'appellerai cette série la première phase du 2^e cycle, et je la considère comme une sorte de prolongation, à lointaine échéance, du premier cycle ; j'inclinerais à la considérer comme beaucoup plus reliée à elle qu'à la phase trachyphonolitique du Ferru qui, chronologiquement, lui fait suite.

B. — 1^{re} PHASE DU 2^e CYCLE

XXXV.
Andésite à hypersthène
et augite,
pauvre en olivine
(Riu Ranchida ;
coulée).

SiO ²	56,05
TiO ²	0,12
Al ² O ³	18,04
Fe ² O ³	4,00
FeO.....	4,50
MgO.....	3,00
CaO.....	6,30
Na ² O.....	4,80
K ² O.....	1,25
P ² O ⁵	0,25
Perte.....	0,91
	<hr/>
	99,19

XXXVI.
Basalte andési-
labradoritique
à augite
et hypersthène
(S. de Tergu ; coulée).

SiO ²	52,86
TiO ²	traces
Al ² O ³	19,20
Fe ² O ³	3,00
FeO.....	3,71
MgO.....	4,84
CaO.....	10,80
Na ² O.....	4,52
K ² O.....	1,10
P ² O ⁵	traces
Perte.....	0,40
	<hr/>
	100,43

XXXIII. Andésite
à bronzite,
hypersthène, augite
et hornblende
(Près de Mte Gianna-
nalias ; coulée).

SiO ²	56,01
TiO ²	traces
Al ² O ³	19,45
Fe ² O ³	2,50
FeO.....	3,30
MgO.....	4,21
CaO.....	7,50
Na ² O.....	6,01
K ² O.....	1,31
P ² O ⁵	traces
Perte.....	0,52
	<hr/>
	100,81

XXXV. — Andésite à augite et hypersthène, à olivine (Riu Ranchida).

Or....	7,1	II. Classe dosalane	$\Phi = 2,5$ syénitique.	$k = 1,2$
Ab. . .	43,2			$n = 5,1$
An....	24,3	5. Ordre germanare	$r = 0,23$ mégaso- dique.	$c = 4,9$
F.....	74,6			Ssal = 44,7
Sal ...	74,6	3. Rang andase	$\Psi = 2,7$ magnésien- ferrique.	$c' = 1,4$
x.....	23,5			$m = 3,0$
Total..	98,1	4. Subrang andose	$U = 1,1$ mésocal- cique.	$f = 8,5$
				Sx = 11,8

La roche renferme 7 p. 100 de pyroxènes rhombiques, 7,50 d'augite et de diopside ; 5,5 d'olivine et 3 p. 100 de magnétite et d'ilménite.

XXXVI. — Basalte andésilabradoritique à augite et hypersthène
(Sud de Tergu).

Or....	3,0	II. Classe dosalane	$\Phi = 1,9$ alcalino- syénitique.	$k = 1,1$
Ab....	38,2			$n = 4,5$
An....	30,3	5. Ordre germanare	$r = 0,24$ mégaso- dique.	$c = 6,1$
F.....	71,5			Ssal = 33,0
Sal ...	71,5	3. Rang andase.	$\Psi = 1,3$ magné- sien.	$c' = 4,7$
x.....	27,0			$m = 4,8$
Total..	98,5	4. Subrang andose	$U = 0,6$ mégacal- cique.	$f = 6,7$
				Sx = 19

Il y a environ 15,5 d'augite et diopside ; 3 d'hypersthène ; 7 d'olivine ; 1,5 p. 100 de magnétite et d'ilménite.

XXXIII. — *Andésite à pyroxènes rhombiques et monocliniques et hornblende* (près de Monte Giannalias).

Or.	7,7	II. Classe dosalane	$\Phi = 2,4$ syénitique.	$k = 1,3$
Ab.	50,8			$n = 6,0$
An.	15,9	5. Ordre germanare	$r = 0,2$ mégasodique.	$c = 4,5$
F.	74,4			Ssal = 49,0
Sal	74,4	3. Rang andase.	$\Psi = 1,4$ magnésien.	$c' = 3,0$
x	22,5			$m = 4,2$
Total. . .	96,9	4. Subrang andose.	$U = 0,7$ mégacalcique.	$f = 5,9$ $Sx = 7,0$

Comme éléments colorés on peut admettre : *hornblende* 6 ; *augite* et *diopside* 7 ; *hypersthène* et *bronzite* 8 ; *magnétite* et *ilménite* 1,50.

La classification américaine fait de ces trois roches des *andosés* (II, 5, 3, 4). Les paramètres magmatiques nous les montrent toutes *mégasodiques* avec des valeurs extrêmement voisines : 0,23 — 0,24 — 0,20 ; le paramètre Φ varie de 2,4 *syénitique* à 1,9 *alcalinosyénitique* ; Ψ est *magnésien-ferrique* et *magnésien* ; U est *méso* est surtout *mégacalcique*.

XXXIV. — *Andésite à augite, riche en hypersthène* (sous Monte Figulada, Logudoro).

SiO ³	56,00
TiO ²	traces
Al ² O ³	19,60
Fe ² O ³	2,00
FeO	-3,60
MgO	3,60
CaO	7,70
Na ² O	5,80
K ² O	1,62
P ² O ⁵	0,08
Perte	0,60
	100,60

Or.	7,7	II. Classe dosalane	$\Phi = 2,2$ alcalinosyénitique.	$k = 1,6$
Ab.	50,8			$n = 5,8$
An.	15,0	5. Ordre germanare	$r = 0,24$ mégasodique.	$c = 3,1$
F.	73,5			Ssal = 45,7
Sal	73,5	4. Rang hessase	$\Psi = 1,8$ magnésien-ferrique.	$c' = 4,7$
x	26,5			$m = 3,6$
Total. . .	100,0	4. Subrang hessose	$U = 0,8$ mégacalcique.	$f = 6,7$ $Sx = 10,6$

Les éléments colorés sont : *bronzite* et *hypersthène* 9 ; *diopside* et *augite* 15,2 ; *apatite* 0,20 ; la roche est une *hessose* (II, 5,4,4). Les paramètres magmatiques la montrent tout à fait voisine des types précédents.

XXXI. <i>Andésite</i> à <i>augite</i> et <i>hypersthène</i> (Ferru Ezzu. A. SERRA).	<i>Basalte</i> à <i>diopside</i> et <i>bronzite</i> (Bonaria).	XXXVIII. <i>Basalte</i> à <i>bronzite</i> rare, riche en <i>augite</i> (entre Nulvi et Laerra).	XXXII. <i>Andésite</i> <i>augitique</i> à <i>olivine</i> et <i>hypersthène</i> (Riu Giantura)	
SiO ²	52,93	50,80	50,04	57,10
TiO ²	0,67	traces	0,15	traces
Al ² O ³	19,03	15,84	14,58	21,50
Fe ² O ³	1,67	5,14	3,80	3,00
FeO.....	3,94	6,28	7,00	1,10
MnO.....	0,28			
MgO.....	3,20	8,88	10,25	2,30
CaO.....	7,00	9,14	9,25	7,60
Na ² O.....	5,01	3,35	3,05	6,40
K ² O.....	2,07	0,71	0,69	1,10
P ² O ⁵	1,13	traces	traces	
CO ²	0,75			
Perte à 110°...	0,64	} 0,80	0,65	0,60
Perte au feu...	1,25			
	99,57	100,94	99,46	100,70

XXXI. — *Andésite* à *augite* et *hypersthène* (Ferru Ezzu).

Or.... 11,8	III. <i>Classe salfe-</i> <i>mane</i> 5. <i>Ordre gallare</i> 3. <i>Rang camptonase</i> 4. <i>Subrang camp-</i> <i>tonose</i>	$\Phi = 2,2$ alcalinosyé- nitique (syéni- tique). $r = 0,4$ mésoso- dique. $\Psi = 1,7$ magnésien- ferrique. $U = 0,8$ mégacal- cique.	$k = 2,0$
Ab.... 42,3			$n = 5,0$
An.... 14,9			$c = 4,6$
F.... 69,0			$S_{sal} = 43,1$
Sal.... 69,0			$c' = 3,0$
x.... 30,5			$m = 3,2$
Total... 99,5		$f = 5,7$	
---			$S_x = 9,8$

Les éléments colorés sont environ : *apatite* 2,5 ; *ilménite* et *magné-
tite* 1,5 ; *hypersthène* 8 ; *olivine* 5,5 ; *augite* 13. La roche est une
camptonose (III, 5, 3,4).

Basalte à diopside, augite et bronzite (Bonaria).

Or	1,8	III. Classe <i>salfemane</i>	$\Phi = 2,8$ syénitique	$k = 0,7$
Ab	27,9			$n = 3,2$
An	27,3	5. <i>Ordre gallare</i>	$r = 0,21$ mégaso-	$c = 5,5$
F	57,0		dique	$Ssal = 32,0$
Sal	57,0	3. <i>Rang auvergnase</i>		$c' = 3,6$
x	42,5		$\Psi = 1,3$ magnésien	$m = 8,8$
Total . .	99,5	4. <i>Subrang auvergnose</i> (à la limite de <i>camptonose</i>)	$U = 1,2$ mésocalcique	$f = 11,3$ $Sx = 18,8$

Il y a 26 p. 100 d'*augite* et de *diopside* ; 6 de *bronzite* ; 6 d'*olivine* ; 4,5 de *magnétite*. La roche est une *auvergnose* (III, 5, 3, 4).

XXXVIII. — Basalte, riche en *augite*, pauvre en *bronzite* (entre Nulvi et Laerru, Anglona).

Or	2,4	III. Classe <i>salfemane</i>	$\Phi = 2,7$ syénitique	$k = 0,6$
Ab	25,4			$n = 3,0$
An	24,8	5. <i>Ordre gallare</i>	$r = 0,2$ mégaso-	$c = 5,0$
F	52,6		dique	$Ssal = 28,9$
Sal	52,6	2-3 <i>Rang auvergnose</i> (limite)	$\Psi = 1,1$ magnésien	$c' = 4,2$
x	44,6			$m = 10,2$
Total . .	97,2	4. <i>Subrang auvergnose-camptonose</i>	$U = 1,3$ mésocalcique	$f = 11,9$ $Sx = 21,1$

Comme la précédente, cette roche est une *auvergnose* à la limite de la *camptonose*. Il y a 2 p. 100 de *bronzite* ; 11,2 d'*olivine* ; 31,4 d'*augite* ; 2,0 de *magnétite*.

XXXII. — *Andésite* à *augite*, *olivine* et *hypersthène rare* (Riu Gianturas Anglona)

Or	6,5	I. Classe <i>persalane</i>	$\Phi = 2,4$ syénitique	$k = 1,1$
Ab	54,2			$n = 6,4$
An	32,0	5. <i>Ordre canadare</i>	$r = 0,1$ persodique	$c = 5,4$
F	92,7			$Ssal = 51,9$
Sal	92,7	3. <i>Rang labradorase</i>	$\Psi = 1,7$ magnésien-	$c' = 2,3$
x	8		ferrique	$m = 2,3$
Total . .	100,7	5. <i>Subrang labradorose</i>	$U = 0,4$ mégacalcique	$f = 4,1$ $Sx = 5,1$

Cette roche est une *labradorose* (I, 5, 3, 5).

Cette série est très cohérente comme le montrent les paramètres magmatiques et les variations principales sont de l'ordre de l'acidité. Sauf deux exceptions, la série tout entière est *mégasodique*, r variant très peu ; un seul type est *mésosodique* et un autre *persodique*. Sauf un type *mésocalcique*, tous sont *mégacalciques* ; la teneur en magnésie est toujours notable, parfois très élevée.

C. — 2^e PHASE DU 2^e CYCLE

Nous allons nous adresser maintenant à une série différente, essentiellement trachytique, souvent néphélinique ; celle du dôme du Ferru. Auparavant j'étudierai deux autres trachytes, celui de Castello Bonvéi, gros laccolithe intrusif dans le Burdigalien et le trachyte en coulée de Monte Muradu.

XVII. <i>Trachyte</i> (Monte Muradu).		—	XVI. <i>Trachyandésite</i> à hornblende (Laccolithe de Castello Bonvéi).	
SiO ²	59,35	}		
TiO ²	0,82			67,02
Al ² O ³	14,43			16,14
Fe ² O ³	7,19			1,47
FeO	0,80			1,02
MgO	0,80			1,26
CaO	1,83			2,52
Na ² O	5,37			3,72
K ² O	5,71			7,32
P ² O ⁵	0,50			traces
Perte	2,59			0,21
	99,39			100,68

XVII. — *Trachyte augitique* (Monte Muradu).

Or....	33,7	II. <i>Classe dosalane</i>	$\Phi = 1,9$ alcalino-syénitique (limite d'éléolithique)	$k = 5,7$
Ab ...	44,8			$n = 5,3$
An ...	0,5	5. <i>Ordre germanare</i>	$r = 1,0$ mégapotasique	$c = 0,1$
F.....	79,0			$Ssal = 52,7$
Sal...	79,0	1. <i>Rang ilmenase</i>	$\Psi = 11$ ferrique	$c' = 1,7$
x.....	21			$m = 0,7$
Total .	100,0	3. <i>Subrang ilmenose</i>	$U = 4,3$ microcalcique.	$f = 7,9$
				$Sx = 6,6$

XVI. — *Trachytandésite à hornblende* (Castello Bonvéi).

Or..... 43,8	I. <i>Classe persalane</i>	$\Phi = 2,4$ syénitique	$k = 7,3$
Ab..... 31,3			$n = 3,7$
An..... 5,5	5. <i>Ordre canadare</i>	$r = 1,96$ mégapotas- sique	$c = 1,1$
F..... 80,6			Ssal = 62,9
Q..... 9,6	2. <i>Rang pulaskase</i>	$\Psi = 3,0$ magnésien ferrique	$c' = 1,4$
Sal..... 90,2			$m = 1,2$
x..... 9,7	3. <i>Subrang pulas- kose</i>	$U = 1,4$ mésocal- cique	$f = 3,5$
Total.. 99,9			Sx = 4,11

L'élément coloré est de la hornblende, 8,7 p. 100 avec 1 de magnétite.

Série des trachytes, phonolites, trachydolérites du Ferru.

	XX. <i>Trachyte</i> (sous Mte Urticu)	XVIII. <i>Trachyte</i> (Mte Martu)	XXI <i>Trachy- phonolite</i> (Sud de Mte Urticu. DOELTER).	XXII. <i>Trachy- phonolite à noséane</i> (sous Mte sos Ojos).
SiO ²	59,01	60,07	57,01	57,35
TiO ²	0,35	0,42		0,63
Al ² O ³	19,00	18,25	20,81	18,52
Fe ² O ³	3,49	2,70	4,13	3,47
FeO.....	0,89	1,12		1,70
MnO.....			traces	
MgO.....	0,27	0,35	1,23	1,30
CaO.....	4,00	3,09	2,91	3,80
Na ² O.....	4,00	4,90	5,92	5,59
K ² O.....	8,01	7,00	6,30	6,44
P ² O ⁵	0,26	0,25		0,23
Perte.....	0,69	1,35	1,41	1,20
	99,97	99,50	99,72	100,23

XX. — *Trachyte* (sous Monte Urticu).

Or.... 48	I. <i>Classe persalane</i>	$\Phi = 2,1$ alcalino- syénitique	$k = 8,1$
Ab.... 30,1			$n = 3,6$
An.... 11,0	5. <i>Ordre canadare</i>	$r = 2,3$ mégapotas- sique	$c = 2,4$
F.... 89,1			Ssal = 56,1
Sal.... 89,1	2. <i>Rang pulaskase</i>	$\Psi = 20$ ferrique	$c' = 1,8$
x..... 10,0	3. <i>Subrang pulas- kose</i>	$U = 1,0$ mésocal- cique	$n' = 0,2$
Total.. 99,1			$m = 1,6$
			$f = 4,2$
			Sx = 3,9

La roche contient en poids, 6,9 d'*augitæggyrine* ; 2 de *magnétite* et d'*ilménite* ; 1,1 d'*apatite*. C'est une *pulaskose* (I, 5, 2, 3) *alcalinosyé-
nitique*, *mégapotasique*, *ferrique* et *mésocalcique*.

XVIII. — *Trachyte* (Monte Martu).

Or 41,4	1. <i>Classe persalane</i>	$\Phi = 1,9$ alcalino-syénitique	$k = 7$
Ab 32,1			$n = 3,8$
An 7,0	5. <i>Ordre canadare</i>	$r = 1,9$ mégapotas-sique	$c = 1,4$
F 80,5			$Ssal = 57,8$
Sal 80,5	2. <i>Rang pulaskase</i>	$\Psi = 12$ ferrique	$c' = 1,6$
x 16,5	3. <i>Subrang pulas-kose</i>	$U = 1,2$ mésocal-cique	$n' = 1,0$
Total .. 97,0			$m = 0,3$
			$f = 3,8$
			$Sx = 4,2$

Il y a 13,9 p. 100 d'*augitægyrine* avec 1,5 d'*apatite* et 1,5 de *magnétite*. La formule est la même que la précédente.

XXI. — *Trachyphonolite* (Sud de Monte Urticu).

Or 37,3	1. <i>Classe persalane</i>	$\Phi = 1,7$ éléolithique	$k = 6,3$
Ab 38,2			$n = 4,5$
An 13,0	5. <i>Ordre canadare</i>	$r = 1,0$ mégapotas-sique	$c = 2,2$
F 88,5			$nN = 1,1$
N 5,0	2. <i>Rang pulaskase</i>	$\Psi = 3,3$ ferrique	$Ssal = 54,9$
Sal 93,5			$E = 4,2$
x 7,0	3. <i>Subrang pulas-kose</i>	$U = 1,4$ mésocal-cique	$c' = 2,2$
Total .. 100,5			$m = 1,2$
			$f = 4,1$
			$Sx = 3,0$

Il y a 6,2 d'*augite*, 1,4 de *magnétite*.

XXII. — *Trachyphonolite* à noséane (sous Monte sos Ojos).

Or 37,9	1. <i>Classe persalane</i>	$\Phi = 1,8$ éléolithique	$k = 6,4$
Ab 30,4			$n = 3,6$
An 6,0	5. <i>Ordre canadare.</i>	$r = 1,1$ mégapotas-sique	$nN = 1,9$
F 74,3			$c = 1,3$
N 8,6	2. <i>Rang pulaskase</i>	$\Psi = 4,2$ ferrique	$Ssal = 51,8$
Sal 82,9			$E = 7,3$
x 15,6	3. <i>Subrang pulas-kose</i>	$U = 1,4$ mésocal-cique	$c' = 2,5$
Total .. 98,5			$n' = 2$
			$m = 1,3$
			$f = 5,1$
			$Sx = 5,4$

On peut attribuer aux éléments colorés 1,60 de *sphène*; 2,0 de *magnétite* et d'*ilménite* et 12 d'*augitægyrine*.

Toutes ces roches appartiennent dans la classification américaine au subrang *pulaskose* (1,5,2,3) ; ici les paramètres magmatiques se montrent très supérieurs en permettant de voir au premier coup d'œil le défaut de silice et la présence de minéraux du groupe de la *néphéline* et par suite la séparation immédiate des types trachytiques et phonolitiques, tandis que la classification américaine attribue à ces roches la même dénomination.

Les types trachyphonolitiques vont nous conduire à des phonolites typiques :

	XXIII. Phonolite (Mte Oe).	XXVI. Phonolite (Castell Ferru (DOELTER).	Phonolite (Mte Tinzosu. WASHINGTON).	XXV. Phonolite (sous Mte Commida).	XXIV. Phonolite (sous Mte Pazza).
SiO ² ...	60,00	53,95	60,43	54,84	57,07
TiO ² ...	0,40		0,36	traces	0,12
Al ² O ³ ...	18,43	23,82	18,35	23,62	21,49
Fe ² O ³ ...	1,80	2,68	1,64	2,76	3,00
FeO ...	0,99		0,91	0,72	0,85
MgO ...	0,31	0,55	0,17	0,35	0,30
CaO ...	1,38	0,99	1,41	1,00	0,40
Na ² O ...	6,32	10,03	6,15	9,61	8,93
K ² O ...	8,80	5,79	8,68	6,44	6,26
P ² O ⁵ ...	traces	traces	traces	traces	traces
SO ³ ...			0,22		
ZrO ² ...			0,21		
MnO ...		traces	0,16	traces	
BaO ...			0,08		
SrO ...			0,02		
Perte ..	1,00	1,89	{ 0,62 } { 0,34 }	0,93	1,06
	<u>99,43</u>	<u>99,70</u>	<u>99,75</u>	<u>100,27</u>	<u>99,48</u>

XXIII. — *Phonolite* (Monte Oe).

Or....	52,1	1. <i>Classe persalane</i>	Φ = 1,8 éléolithique	<i>k</i> = 8,8
Ab....	27,9			<i>n</i> = 3,3
An....	6,5	5. <i>Ordre canadare</i>	<i>r</i> = 1,3 mégapotasique	<i>n</i> N = 2,2
F.....	86,5			<i>c</i> = 1,3
N.....	40,2	1. <i>Rang nordmarkase</i>	Ψ = 3 ferrique	Ssal = 55,6
Sal....	96,7			<i>E</i> = 8,6
x.....	2,7	3. <i>Subrang phlegrose</i>	U = 2,3 microcal-cique	<i>c'</i> = 0,4
Total..	99,4			<i>n'</i> = 0,8
				<i>m</i> = 0,3
				<i>f</i> = 2,7
				Sx = 0,89

Éléments ferromagnésiens (*ægyrinaugite*) peu abondants. La roche est une *phlegrose* (1, 5, 1, 3) ainsi que celle de Monte Tinzosu.

XXVI. — *Phonolite* (Castell Ferru).

Or 33,7	1. Classe persalane	$\Phi = 1,2$ éléolithique	$k = 5,7$
Ab 18,6			$n = 2,2$
An 2,0	6. Ordre russare	$r = 0,63$ mésopotassique	$nN = 6,8$
F 54,3			$c = 0,4$
N 30,2	1. Rang miaskase	$\Psi = 5,2$ ferrique	$Ssal = 48,3$
Sal 84,5			$E = 26,6$
x 15,3	3. Subrang beemrose	$U = 3$ microcalcique	$c' = 0,5$
Total.. 99,8			$n' = 1,0$
			$m = 0,5$
			$f = 2,6$
			$Sx = 5,6$

Il y a environ 14,7 d'*ægyrine* et 1,1 de *magnétite* ; la teneur en *néphéline* est forte ; le microscope le confirme.

XXV. — *Phonolite* (sous Monte Commida).

Or 36,9	1. Classe persalane	$\Phi = 1,3$ éléolithique	$k = 6,4$
Ab 21,6			$n = 2,7$
An 0,5	6. Ordre russare	$r = 0,9$ mégapotassique	$nN = 6,1$
F 59,0			$c = 0,7$
N 35	1. Rang miaskase	$\Psi = 3,4$ ferrique	$Ssal = 51,7$
Sal 94,0			$E = 26,2$
x 6,3	3. Subrang beemrose	$U = 3,4$ microcalcique	$c' = 0,1$
Total. 100,3			$n' = 0,7$
			$m = 0,3$
			$f = 3,4$
			$Sx = 3$

Il y a 4 p. 100 d'*ægyrine* avec 0,5 de *sphène* et 1,5 de *magnétite*.

XXIX. — *Phonolite* (sous Monte Pazza).

Or 36,7	1. Classe persalane	$\Phi = 1,2$ éléolithique	$k = 6,2$
Ab 26,3			$n = 3,1$
An 2,0	6. Ordre russare	$r = 0,62$ mésopotassique	$nN = 4,9$
F 65,0			$c = 0,2$
N 22,6			$Ssal = 53,9$
Sal 87,6	2. Rang X	$\Psi = 12$ ferrique	$E = 19,4$
x 10,4			$c' = 0,2$
Total.. 98,0	4. Subrang viezzenose	$U = 8,5$ microcalcique	$n' = 0,8$
			$m = 0,9$
			$f = 3,8$
			$Sx = 3,6$

L'ægyrine y entre pour 8,4 p. 100 environ avec 2,0 de magnétite. Ces phonolites nous offrent des *phlegroses* (1, 5, 1, 3), des *beemerose* (1, 6, 1, 3) et une *viezzenose* (1, 6, 2, 4). Les paramètres magmatiques les montrent toutes naturellement *éléolithiques*; elles se partagent entre des types *méso* et *mégapotassiques*; toutes offrent la scorie *ferrique* et *microcalcique*.

Trachyphonolites et basaltes anorthosiques.

Ces roches terminent les éruptions du dôme du Ferru. Ce sont des trachytes, trachyphonolites à olivine (trachydolérîtes), et une forme de basalte anorthosique à grands cristaux.

	XXVII. <i>Trachyte à biotite et olivine</i> (Rocca sa tiria)	XXVIII. <i>Trachyphonolite</i> (Rocca sa turra)	XXIX. <i>Basalte anor- thosique à olivine, au- gite et biotite</i> (Route de Cuglieri à Santu Lussurgiu).
SiO ³	56,87	58,44	54,10
TiO ²	0,75	0,66	0,81
Al ² O ³	16,55	17,49	13,70
Fe ² O ³	3,70	3,59	4,10
FeO.....	2,24	1,47	3,45
MgO.....	5,98	3,10	8,60
CaO.....	3,83	4,34	6,70
Na ² O.....	4,29	4,58	3,40
K ² O.....	5,12	5,66	3,88
P ² O ⁵	traces	traces	traces
Perte.....	0,99	1,12	0,96
SO ³		0,08	
	100,32	100,53	99,70

XXVII. — *Trachyte à augite, biotite et olivine* (Rocca sa tiria).

Or 30,2	1. <i>Classe persalane</i>	$\Phi = 2,0$ alcalino- syénitique	$k = 5,1$
Ab 35,6		$r = 1,1$ mégapo- tassique	$n = 4,2$
An 10,4	5. <i>Ordre canadare</i>		$c = 2,1$
F..... 76,2			$Ssal = 47,6$
Sal.... 76,2	2. <i>Rang pulaskase</i>	$\Psi = 1$ { magnésien- ferrique.	$c' = 1,7$
x..... 24	3. <i>Subrang pulas- kose</i>	$U = 1,5$ { méso } cal- ci- méga } que	$f = 5,9$
Total.. 100,2			$m = 5,9$
			$Sx = 10$

XXVIII. — *Trachyphonolite à noséane très rare, augite, biotite, hornblende et olivine (Rocca sa Iurra).*

Or 33,1	1. <i>Classe persalane</i>	$\Phi = 2,1$ alcalino-syénitique	$k = 5,6$
Ab 38,2			$n = 4,5$
An 10,9	5. <i>Ordre canadare</i>	$r = 1,2$ mégapotassique	$c = 2,1$
F 82,2	2. <i>Rang pulaskase</i>	$\Psi 1,5$ { magnésien magnésien-ferrique	Ssal = 52,0
Sal.... 82,2			$c' = 2,2$
x..... 18,0	3. <i>Subrang pulaskose</i>	$U = 1,1$ mésocalcique	$m = 3,1$ $f = 4,9$ $Sx = 6,3$
Total.. 100,2			

La noséane est en très petite quantité.

XXIX. — *Anorthosite à olivine, augite et biotite.*

Or 22,5	III. <i>Classe salfe-mane</i>	$\Phi = 1,9$ alcalino-syénitique	$k = 3,8$
Ab 28,8			$n = 3,4$
An 10,9	5. <i>Ordre gallare</i>	$r = 1,1$ mégapotassique	$c = 2,2$
F 62,2	2. <i>Rang kilaase</i>	$\Psi = 0,8$ magnésien	Ssal = 38,9
Sal. .. 62,2			$c' = 4,5$
x..... 37,7	3. <i>Subrang lamarose</i>	$U = 1,1$ mésocalcique	$m = 8,6$ $f = 7,5$ $Sx = 15,3$
Total.. 99,9			

Cette curieuse roche formée d'anorthose en grandes plages, avec de l'oligoclase englobant pœcilitiquement beaucoup d'augite et d'olivine et quelques grandes lamelles de biotite donne :

15,5 d'augite titanifère ; 12,5 d'olivine ; 6,6 de biotite ; 3,1 de magnétite et d'ilménite ; le triangle calciferromagnésien est fortement développé dans le diagramme dans le sens de la magnésie et de la chaux non feldspathisable.

Cette série nous offre des roches se rangeant dans la pulaskose (I, 5, 2, 3) et une lamarose (III, 5, 2, 3). Toutes sont alcalinosyénitiques et mégapotassiques ; elles sont magnésiennes et normalement mésocalciques.

D. — 3^e PHASE DU 2^e CYCLESérie basique des andésites et basaltes des plateaux
et du Monte Ferru.

LIII. Basalte (près de Tresnuraghes)	XXXIX. Basalte andésitique (Monte Entu)	XL. Dolérite andé- sitique (Sos Ojos)	LII. Basalte (manteau extérieur du Ferru)	XLI. Basalte (Seda- Oro)	XLII. Basalte (Monte Commida)	LI. Basalte (Monte Oes, Pozzo- maggiore)	
SiO ²	49,50	52,22	51,89	52,45	49,01	45,49	49,01
TiO ²	2,51	1,49	1,60	2,12	traces	traces	3,70
Al ² O ³ ...	15,50	16,30	15,76	15,20	13,70	15,08	12,84
Fe ² O ³ ...	4,09	0,64	0,94	0,90	2,61	6,41	2,01
FeO....	4,95	6,70	6,25	8,30	10,20	5,78	6,83
MgO....	7,60	9,01	10,59	7,50	10,00	11,62	8,23
CaO....	8,29	7,08	6,99	7,43	11,00	10,80	6,99
Na ² O....	3,72	4,00	4,69	3,51	2,43	2,94	3,32
K ² O....	2,71	0,90	0,85	0,93	0,40	0,39	3,84
P ² O ⁵	0,49	0,40		0,38	traces	traces	0,63
Perte...	0,30	0,78	0,30	0,32	0,50	0,79	1,89
	99,66	99,52	99,86	99,04	99,85	99,30	99,29

LIII. — Basalte (Tresnuraghes).

Or....	16,0	III. Classe salfe- mane	$\Phi = 2,3$ syéni- tique	$k = 2,7$				
Ab....	31,3				$r = 0,7$ mésoso- dique	$n = 3,7$		
An....	17,4						$\Psi = 1,1$ magné- sien	$c = 3,5$
F....	64,7							
Sal....	64,7	$c' = 4,7$						
x.....	35,0		méso } cal- U = 1,0 } ci- méga } que	$m = 7,6$				
Total..	99,7				$f = 8,9$			
						$Sx = 10,2$		

XXXIX. — Basalte andésitique (Monte Entu ; filon).

Or....	5,3	III. Classe salfe- mane	$\Phi = 2,5$ syéni- tique	$k = 0,9$				
Ab....	33,9				$r = 0,2$ mégaso- dique	$n = 4,0$		
An....	22,3						$\Psi = 0,6$ magné- sien	$c = 4,5$
F....	61,5							
Sal....	61,5	$c' = 2,7$						
x.....	38,0		U = 1,4 mésocal- cique	$m = 9,0$				
Total...	99,5				$f = 7,5$			
						$Sx = 13,9$		

XL. — *Basalte doléritique andésitique* (sous Monte sos Ojos).

Or..... 4,7	III. Classe <i>salfe-</i> <i>mane</i>	$\Phi = 2,5$ syéni- tique	$k = 0,8$ $n = 4,6$
Ab..... 39,0			$c = 4,7$
An..... 23,0	5. <i>Ordre gallare</i>	$r = 0,19$ mégaso- dique	$Ssal = 39,8$
F..... 66,7	3. <i>Rang campto-</i> <i>nase</i>	$\Psi = 0,6$ magné- sien	$c' = 2,2$ $m = 10,5$
Sal..... 66,7			$f = 7,1$
x..... 33,0	4. <i>Subrang camp-</i> <i>tonose</i>	$U = 1,4$ mésocal- cique	$Sx = 12,0$
Total... 99,7			

Il y a environ 15 p. 100 de *titanaugite* violette, 17 d'*olivine* et 1 de *magnétite*.

LII. — *Basalte* (manteau extérieur du Ferru, route de Cuglieri à Santa Vittoria).

Or..... 5,3	III. Classe <i>salfe-</i> <i>mane</i>	$\Phi = 2,5$ syéni- tique	$k = 0,9$ $n = 3,5$
Ab..... 29,6			$c = 4,6$
An..... 22,8	5. <i>Ordre gallare</i>	$r = 0,2$ mégaso- dique	$Ssal = 33,6$
F..... 57,7	3. <i>Rang campto-</i> <i>nase</i>	$\Psi = 1,3$ magné- sien	$c' = 2,8$ $m = 7,5$
Sal..... 57,7			$f = 9,2$
x..... 41,3	4. <i>Subrang camp-</i> <i>tonose</i>	$U = 1,2$ mésocal- cique	$Sx = 18,8$
Total... 99,00			

Bien que ce type de basalte soit postérieur aux précédents les différences sont faibles, c'est encore une *camptonose* (III, 5, 3, 4) *syénitique*, *magnésienne*, *mégasodique*, *mésocalcique*.

XLI. — *Basalte* (Monte Seda Oro, Logudoro).

Or..... 0,6	III. Classe <i>salfe-</i> <i>mane</i>	$\Phi = 2,9$ syénitique	$k = 0,4$ $n = 2,4$
Ab..... 20,3			$c = 5,3$
An..... 26,3	5. <i>Ordre gallare</i>	$r = 0,24$ mégaso- dique	$Ssal = 25,6$
F..... 47,2	4. <i>Rang auvergnase</i>	$\Psi = 1,2$ magnésien	$c' = 6,2$ $m = 10,0$
Sal..... 47,2			$f = 12,6$
x..... 52,6	4. <i>Subrang auver-</i> <i>gnose</i>	$U = 1,1$ mésocal- cique.	$Sx = 23,4$
Total... 99,8			

Basalte à tendances limburgitiques, riche en *olivine* 26 p. 100 et *augite* 24,6 p. 100 avec 2 de *magnétite* et *apatite* rare.

XLII. — *Basalte* (Monte Commida, Ferru).

Or . . .	0,5	III. Classe <i>salfe-</i>	$\Phi = 2,8$ syénitique	$k = 0,3$
Ab . . .	24,6	<i>mane</i>		$n = 2,9$
An . . .	24,8	5. <i>Ordre gallare</i>	$r = 0,32$ mégaso-	$c = 5,0$
F	49,9		dique	$Ssal = 27,9$
Sal	49,9	4. <i>Rang auvergnase</i>	$\Psi = 1,0$ magnésien	$c' = 5,7$
x	49,4			$m = 11,6$
Total . .	99,3	3. <i>Subrang auver-</i>	$U = 1,1$ mésocal-	$f = 12,1$
		<i>gnose</i>	cique	$Sx = 17,5$

Cette roche très analogue à la précédente est riche en *olivine* 20 p. 100, *augite* 17, avec 3 de *magnétite*. Ce sont des *auvergnoses* (III, 5, 4, 3).

LI. — *Basalte* (Monte Oes, Pozzomaggiore).

Or	22,5	III. Classe <i>salfe-</i>	$\Phi = 2,1$ alcalino-	$k = 3,8$
Ab	27,9	<i>mane</i>	syénitique	$n = 3,3$
An	8,4	5. <i>Ordre gallare</i>	$r = 1,1$ mégapotas-	$c = 1,7$
F	58,8		sique	$Ssal = 37,3$
Sal	58,8	2. <i>Rang kilaase</i>	$\Psi = 1$ magnésien	$c' = 5,2$
x	40,4			$m = 8,2$
Total . .	99,2	3. <i>Subrang lama-</i>	$U = 1,2$ mésocal-	$f = 8,8$
		<i>rose</i>	cique	$Sx = 11,7$

Cette dernière roche se différencie beaucoup de l'ensemble de la série qui nous a fourni presque uniquement des *camptonoses*, que nous nous adressions aux basaltes anciens de Tresnuraghes et de l'Altipiano de Campeda, aux basaltes des plateaux du Ferru ou aux basaltes de l'immense épanchement conique périphérique qui recouvre presque entièrement la feuille de Macomer et va jusqu'au Tirso. Des *auvergnoses* se différencient assez peu des roches précédentes ; toutes sont *syénitiques*, *méso* ou *mégasodiques*, toutes sont *magnésiennes* et *mésocalciques* ; malgré les époques différentes d'éruption, d'ailleurs relativement peu distantes, la cohérence reste marquée. La dernière roche, la *lamarose* (III, 5, 2, 3) de Pozzomaggiore est différente par sa richesse en K_2O qui rend le rapport $r = 1,1$ *mégapotassique*.

E. — DERNIÈRES ÉRUPTIONS DU FERRU : *Analcimtéphrites*.

L'*analcimtéphrite* de Scanu en est le type. J'en donne deux analyses :

	L.	H. WASHINGTON	J. DEPRAT
SiO ²		44,85	44,80
TiO ²		5,07	5,00
Al ² O ³		12,35	12,70
Fe ² O ³		3,33	3,50
FeO.....		5,30	5,25
MgO.....		10,27	10,20
CaO.....		8,32	8,38
Na ² O.....		4,77	4,80
K ² O.....		0,72	0,70
P ² O ⁵		1,17	1,20
MnO.....		0,07	non dosé
NiO.....		0,23	non dosé
Perte.....		2,95	2,71
		<u>99,60</u>	<u>99,24</u>

Or 4,1	III. Classe salfe- mane	Φ=1,4 éléolithique	k = 0,7
Ab 27,1			n = 3,2
An 17,9	6. Ordre portugare	r=0,14 persodique	c = 3,6
F..... 49,1			nA = 1,6
Am.... 7,4	2. Rang monchi- quase	Ψ=0,8 magnésien	Ssal = 29,0
Sal.... 56,5			E = 2,0
x..... 42,7	5. Subrang scanose	U=1,0 méso } cal- méga } cique	c' = 4,7
Total.. 99,2			m = 10,2
			f = 8,7
			Sx = 12,10

Les éléments colorés sont la *phlogopite*, l'*augite* et l'*olivine*, avec de la *magnétite*. L'*analcime* est en trapézoèdres très petits que l'on tendrait au premier abord à prendre pour de la leucite.

F. — 3^e CYCLE.*Basaltes des coulées pléistocènes et récentes.*

	XLVI	XLV	XLVIII	XLVII	XLIX		
	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte
	(Co- loru, SERRA).	(Mte Matteu, DEP.).	(Mte Matteu, WASH.).	(Cucu- reddu, DEP.).	(Cucu- reddu, WASH.).	(Mte Massa, SERRA).	(Aus- tidu, WASH.).
SiO ² ..	30,29	52,60	52,67	49,70	49,78	50,96	53,57
TiO ² ..	0,89	3,90	4,04	3,01	3,11	0,61	2,91

Al ₂ O ₃ ..	18,81	15,39	15,35	13,30	13,37	20,31	13,40	13,59
Fe ² O ³ ..	1,79	3,50	3,82	2,25	2,16	2,49	2,00	1,78
FeO..	4,91	5,72	5,42	7,62	7,51	5,59	8,10	8,30
MnO..	0,58					0,94		
MgO..	3,42	4,51	4,40	7,99	7,61	4,23	6,00	5,88
CaO..	8,49	5,77	5,91	7,83	7,95	7,32	7,00	7,20
Na ² O..	2,86	4,59	4,50	4,70	4,72	4,60	4,33	4,38
K ² O..	1,45	2,66	2,68	2,41	2,37	1,98	1,01	1,02
P ² O ⁵ ..	0,51	0,71	0,75	0,75	0,72	0,53		
CO ² ..	3,12							
S.....	0,19							
Cl....	0,03							
ZrO ² ..								0,59
Perte.	3,74	0,42	0,51	0,50	0,42	0,33	1,02	0,81
	101,08	99,77	100,05	100,06	99,72	99,89	99,34	99,55

XLVI. — Basalte (Coloru, Logudoro).

Or....	16,6	II. Classe dosalane	$\Phi = 2,9$ syénitique	$k = 2,8$
Ab....	11,9			$n = 1,4$
An....	36,2	3. Ordre germanare	$r = 0,5$ mésosodique	$c = 7,3$
F.....	64,7			$Ssal = 34,5$
Sal....	64,7	2. Rang monzonase	$\Psi = 2,0$ magnésienferrique	$c' = 1,1$
x.....	33,7			$m = 3,4$
Total..	98,4	4. Subrang akérose	$U = 0,7$ mégacalcique	$f = 6,6$ $Sx = 15,7$

XLV. — Basalte (San Matteu, Logudoro).

Or....	15,4	II. Classe dosalane	$\Phi = 2,2$	alcalinosyénitique	$k = 2,6$
Ab....	38,2				$n = 4,5$
An....	13,4	3. Ordre germanare	$r = 0,53$ mésosodique	syénitique	$c = 2,7$
F.....	67,0				$Ssal = 41,9$
Sal....	67,0	2. Rang monzonase	$\Psi = 2$ magnésienferrique	syénitique	$c' = 3$
x.....	32,7				$m = 4,5$
Total..	99,7	4. Subrang akérose	$U = 1,5$ mésocalcique		$f = 9,2$ $Sx = 10,7$

XLVII. — *Basalte* (Monte Massa).

Or 11,2	II. <i>Classe dosalane</i>	$\Phi = 2,6$ syénitique	$k = 1,9$
Ab 39,0		$r = 0,41$ mésosodique	$n = 4,6$
An 28,3	5. <i>Ordre germanare</i>		$c = 5,7$
F..... 78,5		$\Psi = 1,9$ magnésien-ferrique	$Ssal = 46,2$
Sal.... 78,5	2. <i>Rang monzonase</i>		$c' = 1,6$
x... .. 21		$U = 1,0$ mésocalcique	$m = 4,2$
Total .. 99,5	4. <i>Subrang akérose</i>		$f = 7,9$
			$Sx = 4,7$

XLIX. — *Basalte* (Monte Austidu).

Or 5,9	III. <i>Classe salfe-</i>	$\Phi = 2,4$ syénitique	$k = 1$
Ab 36,4	<i>mane</i>	$r = 0,23$ mégasodique	$n = 4,3$
An 14,9	5. <i>Ordre gallare</i>		$c = 3$
F..... 57,2		$\Psi = 2,5$ magnésien-ferrique	$Ssal = 34,7$
Sal.... 57,2	3. <i>Rang camptonase</i>		$c' = 4$
x... .. 42,1		$U = 2$ méso } cal-	$m = 6$
Total .. 99,3	4. <i>Subrang camptonose</i>	micro } cique	$f = 10,1$
			$Sx = 18,1$

XLVIII. — *Basalte* (Cucureddu).

Or 14,2	III. <i>Classe salfe-</i>	$\Phi = 2,2$ {	alcalino-	$k = 2,4$
Ab 39,8	<i>mane</i>		syénitique	$n = 4,7$
An 7,9	6. <i>Ordre portugare</i>		syénitique	$c = 2,9$
F..... 61,9		$r = 0,51$ mésosodique		$Ssal = 40$
Sal.... 61,9	2. <i>Rang monchiquase</i>			$c' = 4,9$
x... .. 37,6		$\Psi = 2,0$ magnésien-ferrique		$m = 7,9$
Total .. 99,5	4. <i>Subrang monchiquase</i>	$U = 2,0$ méso } cal-		$f = 9,8$
		micro } cique		$Sx = 9,7$

La roche moyenne de ces diverses éruptions serait une *akérose* (II, 5, 2, 4). Les paramètres magmatiques les montrent toutes voisines, avec Φ oscillant entre 2,9 et 2,2 c'est-à-dire dans des limites *syénitiques* ; toutes sont *mésosodiques* sauf le type

mégasodique de l'Austidu; Ψ est toujours *magnésien-ferrique*; U est plus variable, passant de 0,7 *mégacalcique* à 2 *microcalcique* (limite supérieure).

*
**

Avant de conclure je donnerai un tableau résumant les données précédentes (tableau, pp. 98-99).

Pour compléter j'ai tracé les diagrammes triangulaires des roches décrites (pl. I) et j'ai figuré (fig. 6; pp. 100-101) les paramètres de la fumerolle et de la scorie d'un bout à l'autre de la série. Voyons ce que nous enseignent ces diverses figures, enseignement complété par les discussions des analyses précédentes.

Le premier cycle nous montre des rhyolites appartenant dans la classification américaine aux *liparoses* et *toscanoses* à fumerolles *alcalinogranitique* et *syénitique*, toujours *mégapotassiques*; la scorie est *ferrique*, puis *magnésienne-ferrique*; *microcalcique* avec alumine en excès, puis *mésocalcique*. Un trachyte (*phlegrose*) est *alcalino-syénitique* et *mégapotassique*, *magnésien-ferrique* et *microcalcique* avec alumine en excès. Ensuite, viennent des dacirhyolites dans lesquelles diminue la teneur en éléments blancs, ce qui donne des *dosalanes* au lieu de la série *persalane* précédente; ce sont des *shoshonoses syénitique*, *mégapotassique*, *ferrique* et *mésocalcique*; ensuite viennent les trachyandésites, dont l'appellation américaine sera *monzonose*, qui sont *alcalino-syénitique*, *mégapotassique*, *magnésienne-ferrique*, *mésocalcique*; des andésites, *andose* et *bandose*, terminent les éruptions anté-burdigaliennes: elles sont *syénitique*, *mésopotassique*, *ferrique* et *mégacalcique*. L'air de famille de toutes ces combinaisons est frappant, surtout si l'on considère le rapport de la potasse et de la soude; en effet, toutes sont *mégapotassiques* sauf les dernières qui sont *mésopotassiques*. La roche moyenne du cycle serait ainsi définie :

$$\begin{aligned} \Phi &= 2,6 \text{ syénitique, } r = 1,3 \text{ mégapotassique,} \\ \Psi &= 7,4 \text{ ferrique, } U = 3,7 \text{ microcalcique,} \end{aligned}$$

c'est-à-dire, comme caractère essentiel, grande teneur en K_2O , s'abaissant un peu vers la fin, pauvreté générale en magnésie, pauvreté en chaux non feldspathisable.

La série suivante montre une série d'andésites et de basaltes à pyroxènes rhombiques et monocliniques d'une très grande cohésion. Le paramètre $\Phi = \frac{Ssal}{2k + 3n}$ reste presque constamment *alcalinosyémitique* avec une valeur constante de 2,2 dans les trois premiers groupes, le chiffre restant très voisin dans le quatrième. Le paramètre r est ici *mégasodique* dans trois cas et *persodique* enfin; c'est la grosse différence avec la série précédente antémiocène qui était mégapotassique. Toute cette série est *magnésienne-ferrique*, la magnésie est souvent très abondante par suite de la haute teneur en pyroxène rhombique et souvent en périclote; un groupe est même *magnésien*; la série tout entière est *mégacalcique*; la classification américaine disperse peut-être un peu trop ces roches, à mon sens, dans les *andosés*, *hessoses*, *camptonosés* et *labradorosés*.

La roche moyenne de cette série se caractérise ainsi :

$$\begin{aligned} \Phi &= 2,2 \text{ alcalinosyémitique,} & r &= 0,24 \text{ mégasodique,} \\ \Psi &= 1,5 \text{ magnésien, magnésien-ferrique,} & U &= 0,7 \text{ mégacalcique.} \end{aligned}$$

Nous nous adressons ensuite à la série des trachytes, phonolites, trachydolérites du vaste dôme central du Monte Ferru. Toutes ces roches dérivent manifestement d'un même magma. Dans la classification américaine la majorité sont des *persalanes*, le basalte anorthosique de la fin étant *salfemane*. Presque toutes se rangent dans l'ordre *canadare* et exceptionnellement des phonolites se classent dans l'ordre *russare* 6 et dans l'ordre *gallare* 5. Les subrangs écartent trop les unes des autres certaines roches et en groupent trop d'autres, ainsi nous avons des phonolites (*beemerose*, *phlegrose*, *viezzenose*), tandis qu'une phonolite se range dans les *pulaskoses* avec les trachytes, ce qui est regrettable, car la teneur en néphéline est suffisante pour les en écarter *a priori*. Voyons ce qu'indiquent les paramètres magmatiques : les trachytes se montrent *alcalinosyémitique*, *mégapotassique*, *ferrique* et *micro-mésocalcique*; les phonolites sont toutes *éléolithique*, *mégapotassique*, *ferrique* et *mésocalcique* et ce rapprochement, ce groupement serré est justifié; de plus, le paramètre Φ est en réalité la seule caractéristique qui les sépare des trachytes. Les trachyphonolites à olivine (trachydolérites) sont dans la classification américaine des *pulaskoses* comme les trachytes du début; les paramètres magmatiques les en séparent justement en les montrant *alcalinosyémitique*, *mégapotassique*, *magnésien-ferrique* (au lieu de *ferrique*), *mésomégacalcique*;

il y a plus de chaux et surtout plus de magnésie. La série des éruptions se termine par une *lamarose* de la classification américaine dans laquelle les paramètres magmatiques restent semblables sauf le paramètre Ψ qui montre une grande croissance de la magnésie : *alcalinosyénitique*, *mégapotassique*, *magnésien*, *mésocalcique*. Toute cette série se tient admirablement et les passages sont très ménagés d'un groupe à l'autre ; les différences sont assez faibles pour qu'on puisse envisager un type moyen :

$$\begin{aligned} \Phi &= 1,7 \text{ éléolithique,} & r &= 1,2 \text{ mégapotassique,} \\ \Psi &= 5,7 \text{ ferrique,} & U &= 2,7 \text{ microcalcique} \end{aligned}$$

Vient ensuite la troisième phase, basaltique en moyenne, du deuxième cycle. Le tableau précédent montre sa grande cohérence, que l'on s'adresse aux basaltes du groupe du Monte Ferru ou aux laves des plateaux du Logudoro. Toutes sont des roches *salfemane*, d'ordre *gallare* ; les subrangs nous montrent surtout des *camptonoses*, quelques *auvergnoses*, une *lamarose*.

Si nous envisageons les paramètres magmatiques nous les voyons toutes *syénitique*, *méso* et surtout *mégasodique*, avec un type *mégapotassique* à la fin. Toutes, riches en olivine, ont Ψ *magnésien* ; elles sont *mésocalciques*. La roche moyenne donne :

$$\begin{aligned} \Phi &= 2 \text{ alcalinosyénitique,} & r &= 0,3 \text{ mégasodique,} \\ \Psi &= 1 \text{ magnésien,} & U &= 1 \text{ mésocalcique.} \end{aligned}$$

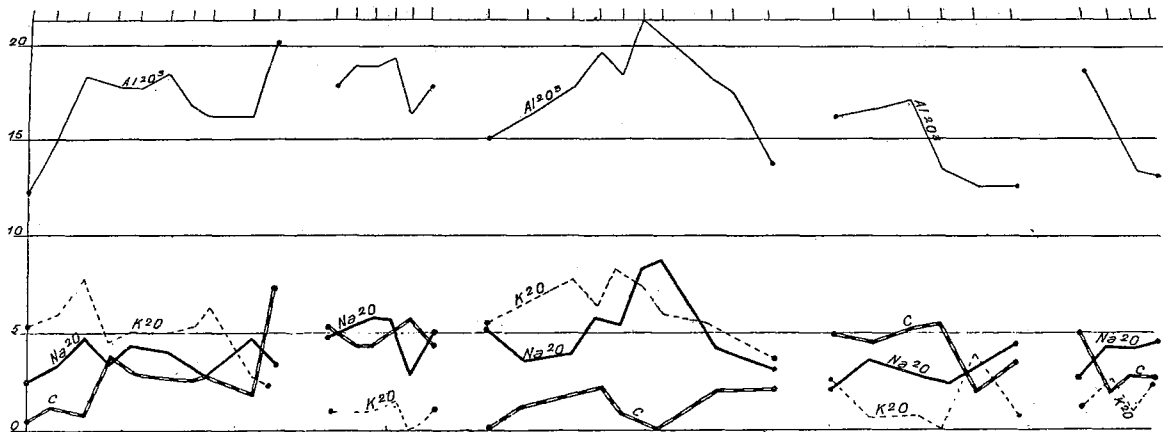
Une série à part est offerte ensuite par les éruptions ultimes d'*analcimtéphrite* du Monte Ferru dont la classe *salfemane*, l'ordre *portugare* sont un peu à part ; c'est une *scanose* dont la fumerolle est *éléolithique* et *persodique* et la scorie *magnésienne* et *méso-mégacalcique*.

Enfin vient la série des basaltes récents du troisième cycle dont la roche moyenne est :

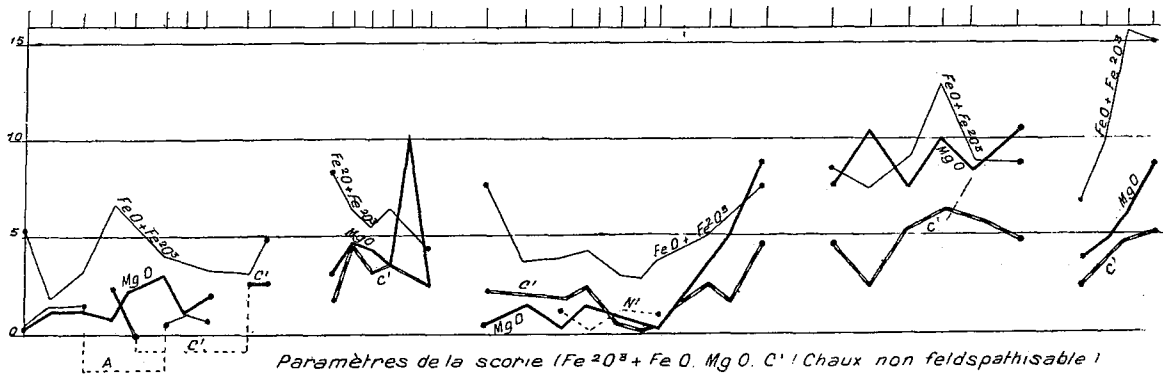
$$\begin{aligned} \Phi &= 2,4 \text{ syénitique,} & r &= 0,43 \text{ mésosodique,} \\ \Psi &= 2 \text{ magnésien-ferrique,} & U &= 1,4 \text{ mésocalcique.} \end{aligned}$$

ROCHES		CLASSIFICATION AMÉRICAINE			
1 ^{er} cycle (antémioène)	<i>Rhyolite</i>	persalane	britannare	liparase	liparose
	<i>Rhyolite</i>	persalane	britannare	toscanase	toscanose
	<i>Trachyte</i>	persalane	canadare	nordmarkase	phlegrose
	<i>Dacirhyolite</i> ..	dosalane	germanare	andase	shoshonose
	<i>Trachyandésites</i>	dosalane	germanare	monzonase	monzonose
	<i>Andésites</i>	dosalane	germanare	andase	andose
2 ^e cycle 1 ^{er} phase	<i>Andésite</i>	dosalane	germanare	andase	andose
	<i>Andésite</i>	dosalane	germanare	hessase	hessose
	<i>Basaltes</i>	salfemane	gallare	camptonase	camptonose
	<i>Andésites</i>	persalane	canadare	labradorase	labradorose
2 ^e cycle 3 ^e phase (trachytique et phonolitique)	<i>Trachyte</i>	dosalane	germanare	ilmenase	ilmenose
	<i>Trachyandésite</i>	persalane	canadare	pulaskase	pulaskose
	<i>Trachytes</i>	persalane	canadare	pulaskase	pulaskose
	<i>Trachyphonolites</i>	persalane	canadare	pulaskase	pulaskose
	<i>Phonolite</i>	persalane	canadare	nordmarkase	phlegrose
	<i>Phonolite</i>	persalane	russare	nordmarkase	beemerose
	<i>Phonolite</i>	persalane	russare	pulaskase	viezenose
	<i>Trachydolérites</i>	persalane	canadare	pulaskase	pulaskose
<i>Anorthosite</i> ...	salfemane	gallare	kilaase	lamarose	
2 ^e cycle 3 ^e phase	<i>Basalte</i>	salfemane	gallare	camptonase	camptonose
	<i>Basalte</i>	salfemane	gallare	camptonase	camptonose
	<i>Basalte</i>	salfemane	gallare	auvergnase	auvergnose
	<i>Basalte</i>	salfemane	gallare	camptonase	camptonose
	<i>Basalte</i>	salfemane	gallare	kilaase	lamarose
2 ^e cycle (éruptions ultimes du Ferru)	<i>Analcimé- phrite</i>	salfemane	portugare	monchiquase	scanose
3 ^e cycle (quaternaire et récent)	<i>Basaltes</i>	dosalane	germanare	monzonase	akérose
	<i>Basaltes</i>	salfemane	portugare	monchiquase	monchiquose
	<i>Basaltes</i>	salfemane	gallare	camptonase	camptonose

PARAMÈTRES MAGMATIQUES			
alcalino-granitique	mégapotassique	ferrique	microcalciq
syénitique	mégapotassique	magnésien-ferrique	mésocalciq
alcalino-syénitique	mégapotassique	magnésien-ferrique	microcalciq
syénitique	mégapotassique	ferrique	mésocalciq
alcalino-syénitique	mégapotassique	magnésien-ferrique	mésocalciq
syénitique	mégapotassique	ferrique	mégacalcique
alcalino-syénitique	mégasodique	magnésien-ferrique	mégacalcique
alcalino-syénitique	mégasodique	magnésien-ferrique	mégacalcique
alcalino-syénitique	mégasodique	magnésien	mégacalcique
syénitique	persodique	magnésien-ferrique	mégacalcique
alcalino-syénitique	mégapotassique	ferrique	microcalciq
syénitique	mégapotassique	ferrique	mésocalciq
alcalino-syénitique	mégapotassique	ferrique	mésocalciq
éléolithique	mégapotassique	ferrique	microcalciq
éléolithique	mégapotassique	ferrique	microcalciq
éléolithique	mésopotassique	ferrique	microcalciq
éléolithique	mésopotassique	ferrique	microcalciq
alcalino-syénitique	mégapotassique	magnésien-ferrique	mésomégalcique
alcalino-syénitique	mégapotassique	magnésien	mésocalciq
syénitique	mésosodique	magnésien	mégamésocalcique
syénitique	mégasodique	magnésien	mésocalciq
syénitique	mégasodique	magnésien	mésocalciq
syénitique	mégasodique	magnésien	mésocalciq
syénitique	mégapotassique	magnésien	mésocalciq
éléolithique	persodique	magnésien	mésomégalcique
syénitique	mésosodique	magnésien-ferrique	mésomégalcique
syénitique	mésosodique	magnésien-ferrique	mésomicrocalciq
syénitique	mégasodique	magnésien-ferrique	mésomicrocalciq



Paramètres de la fumeroles (Al_2O_3 alumine feldspathisable, Na_2O soude feldspathisable, K_2O potasse feldspathisable, C chaux feldspathisable)



Paramètres de la scorie (Fe_2O_3+FeO , MgO , C' Chaux non feldspathisable, N' (Soude non feldspathisable) A (Alumine non feldspathisable.)

- Rhyolite microgranitique (Liparose)	}	CYCLE ANTÉMIOCÈNE
- Rhyolite andésitique (Toscanose)		
- Trachyte (Phlegrose)		
- } Dacirhyolites (Shoshonose)		
- } Trachytandésites (Monzonose)		
- } Andésites (Andose)	}	1 ^{ÈRE} PHASE du 2 ^È CYCLE
- Andésite à augite et hypersthène (Andosé)		
- Basalte à augite et hypersthène (Andose)		
- Andésite à diopside et hypersthène (Andose)		
- Andésite à augite et hypersthène (Hessose)		
- Basaltes à augite et hypersthène (Camptonose)	}	2 ^È PHASE (TRACHYTIQUE ET PHONOLITIQUE) du 2 ^È CYCLE (M ^{TÈ} FERRU)
- Andésite (Labradorose)		
- Trachyte (Ilmenose)		
- Trachytandésite à hornblende (Pulaskose)		
- Trachytes (Pulaskose)		
- Trachyphonolites (Pulaskose)	}	3 ^È PHASE du 2 ^È CYCLE
- Phonolites (Phlegrose)		
- Phonolites (Beemerose)		
- Phonolites (Viezzenose)		
- } Trachyphonolites à olivine (Pulaskose)		
- Anorthosite (Lamarose)	}	ÉRUPTIONS ULTIMES du FERRU
- Basaltes de la campeda (Camptonose)		
- Basaltes limburgitiques (Auvergnose)		
- Basaltes andésitiques du Ferru (Camptonose)		
- Basaltes manteau extérieur du Ferru (Camptonose)		
- Basaltes de M ^{TÈ} Oes (Lamarose)	}	3 ^È CYCLE (QUATÉNAIRE ET RECENT).
- Analcimtéphrite (Scanose)		
- Basalte du Coloru (Akérose)		
- Basalte, San Matteu (Akérose)		
- Basalte, Austidu (Camptonose)		
- Basalte, Cucureddu (Monchiquose)		

	Φ	r	Ψ	U
1 ^{er} cycle <i>antémioène</i>	2,6 syénitique	1,3 mégapotassique	7,4 ferrique	3,7 microcalcique
↓	↓	↓	↓	↓
1 ^{re} phase du 2 ^e cycle	2,2 alcalinosyénitique	0,24 mégasodique	1,5 { magnésien magnésien-ferrique	0,7 mégacalcique
↓	↓	↓	↓	↓
2 ^e phase du 2 ^e cycle	1,7 éléolithique	1,2 mégapotassique	5,7 ferrique	2,7 microcalcique
↓	↓	↓	↓	↓
3 ^e phase du 2 ^e cycle <i>Éruptions ultimes du Ferru</i>	2,0 alcalinosyénitique	0,3 mégasodique	1 magnésien	1,1 mésocalcique
↓	1,4 éléolithique	0,14 persodique	0,8 magnésien	1 méso-mégacalcique
↓				
3 ^e cycle	2,4 syénitique	0,43 mésosodique	2 magnésien-ferrique	1,4 mésocalcique

De toutes les données précédentes il résulte ceci, que j'avais du reste déjà mis en lumière il y a quelques années dans des notes brèves et préliminaires¹ et que H. Washington a confirmé récemment² que le caractère général de l'évolution des magmas tertiaires et récents dans le N.W. de la Sardaigne est la croissance de la soude dans le temps par rapport à la potasse, avec des récurrences; ainsi le cycle antémioène est *mégapotassique*, la série suivante *mégasodique*; il y a retour à la valeur *mégapotassique* dans le dôme du Ferru, puis ensuite jusqu'à la fin la soude l'emporte dans les séries suivantes qui sont *méso*, *méga* ou *persodique*; et si l'on se reporte à l'analyse détaillée précédente on verra que ce qui se passe dans l'ensemble des trois cycles se reproduit en général, sauf exception dans chaque série; ainsi la série *mégapotassique* du premier cycle tombe à *mésopotassique* dans les andésites de la fin; dans la première phase du deuxième cycle on suit une série *mégasodique* qui passe à *persodique*. C'est là en somme le caractère le plus intéressant et le plus frappant. L'examen du paramètre Ψ nous montre une croissance de la magnésie marquée du commencement à la fin. J'ai tracé dans la figure 6 les diagrammes des paramètres de la fumeroles et de la scorie, ce qui parle davantage à l'esprit; on y verra nettement la croissance générale des éléments ferromagnésiens et de la chaux non feldspathisable depuis les temps antémioènes jusqu'à présent. Ceci ressort également de l'examen des triangles. Il me paraît préférable de laisser le lecteur examiner ces diagrammes que de ratiociner inutilement sur des faits à propos desquels la représentation graphique est plus explicite.

J'ai condensé dans le petit tableau de la page 102 l'ensemble des données afférentes à chaque série successive.

1. *Comptes rendus Ac. Sc., op. cit.*

2. H. WASHINGTON. The volcanic cycles in Sardinia. *Congrès géologique international* 1913.

ÉTUDE SUR LE CÉNOMANIEN DE CIRAN (INDRE-ET-LOIRE) ¹

PAR G. Lecoindre

Par suite d'une inversion du relief, la vallée de l'Estrigneul met à nu une boutonnière de Cénomaniens allongée suivant l'axe de l'anticlinal de Ligueil-Huismes.

Ce Cénomaniens a été fort peu étudié jusqu'à présent. En voici la bibliographie sommaire :

1837. F. DUJARDIN. Mém. sur les couches du sol en Touraine. *Mém. Soc. géol. de France*, t. II, p. 215.
 1858. CHEVALIER et CHARLOT. Etudes sur la Touraine. Tours 8°, p. 175 et 256.
 1890. ROLAND. Explication de la feuille 120 (Loches) de la *Carte géologique détaillée de la France*.

Nous avons été à même de nous livrer à une étude détaillée de cette localité et nous exposons ici les principaux résultats de nos recherches.

A. — Coupe de la route de Ciran à Vou.

Du Sud au Nord on rencontre : 1° A la sortie du village de Ciran, sur le côté ouest de la route, la carrière Girard-Carron.

Sur un front de 5 mètres environ, on voit des sables quartzeux jaunes, ferrugineux, grossiers, appelés dans le pays « Sables de Ciran² », très analogues comme faciès aux Sables du Perche ; les sables s'étendent aussi le long de la route de Ciran à Mouzay où ils sont l'objet d'une exploitation assez active.

Les fossiles y sont rares, très fragiles, en partie silicifiés et toujours de taille réduite :

<i>Ostrea columba minor</i> DESH.	<i>Ostrea carinata</i> LAMK.
— <i>conica</i> D'ORB. (petite)	<i>Terabratella Menardi</i> D'ORB.
— <i>flabellata</i> D'ORB.	

Dans la partie supérieure de la carrière Girard-Carron, on voit des limons contenant à l'état remanié des fossiles du banc à Ostracés et de la craie cénomaniens supérieure :

1. Note présentée à la séance du 19 janvier 1914.

2. Nous avons conservé dans notre note les termes en usage dans la localité.

Terebratella Menardi D'ORB.
Ostrea vesiculosa Sow.

Ostrea columba DESH. var. *media*.
 — *vultur* COQUAND.

2° En continuant dans la direction de Vou, on arrive à une petite carrière creusée sur le côté ouest de la route, on y voit des sables fins très quartzeux, glauconieux, désignés dans le pays sous le nom de « Sables de Varennes ». Ils sont très fossilifères :

Ostrea conica D'ORB. (petite, plissée).
 — *columba minor*.
 — *carinata* LAMK.

Terebratella Menardi D'ORB.
Terebratula biplicata DEFRANCE.
Scapanorhynchus subulatus
 AGASSIZ.

Quelques mètres plus haut, les sables deviennent plus grossiers et se chargent de nodules gréseux, calcaires, pour passer à un banc gréseux de 75 centimètres d'épaisseur maxima, pétri d'Ostracés et assez dur pour former une véritable terrasse topographique sur laquelle est situé le cimetière de Ciran. On y trouve : *Ostrea columba* DESH. var., *media*, *O. vesiculosa* Sow.

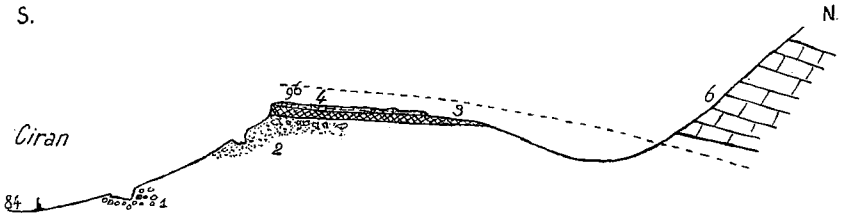


FIG. 1. — COUPE DE LA ROUTE DE CIRAN A VOU.

6, Turonien ; 4, Calcaire supérieur ; 3, Banc à Ostracés ; 2, Sables glauconieux de Varennes ; 1, Sables ferrugineux de Ciran.

Ce banc à Ostracés est ici à l'altitude 96 mètres environ ; au-dessus, se trouve un banc peu épais de calcaire dur très vacuoilaire à empreintes de Mollusques. Par moulage nous avons pu reconstituer :

Gastropodes indéterminables.
Trigonia sulcataria LAMK.
 — *crenulata* LAMK.
Arcopagia radiata D'ORB.

Lima simplex D'ORB.
Terebratella Menardi D'ORB.
Terebratula biplicata DEFRANCE.

On peut constater, en suivant la terrasse horizontale, que la colline située au Nord est formée par la craie turonienne inférieure à *Inoceramus labiatus* ; malheureusement le contact des deux formations est invisible.

B. — Coupe de Ciran au moulin Vachereau

Si l'on quitte Ciran par la route de Ligueil on remarque à environ 400 mètres du village le banc à Ostracés que nous avons observé sur la route de Vou ; il se présente avec le même aspect et la même faune.

De là, il faut marcher à travers champs pour rejoindre la ligne du Chemin de fer départemental que l'on suit parallèlement à environ 50 mètres au Nord.

Dans la dépression les labours ramènent à la surface les sables de Varennes à *Ostrea conica*, *Ostrea columba minor*, *Terebratella Menardi* et *Terebratula biplicata*, dont on peut recueillir de bons échantillons.

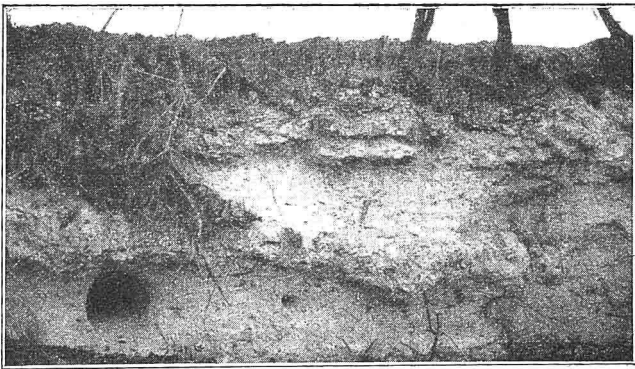


FIG. 2. — CARRIÈRE EST DE VACHEREAU (partie supérieure).

On arrive ensuite à une petite carrière abandonnée que nous appellerons carrière est de Vachereau (fig. 2) où l'on peut observer la coupe suivante :

7. — Dans les champs au-dessus on recueille des débris d'un calcaire fin peu glauconieux avec :

<i>Acanthoceras</i> cf. <i>sarthacense</i> BAYLE.	<i>Trigonia dædalea</i> PARK.
<i>Pleurotomia</i> sp.	<i>Exogyra vultur</i> COQUAND.
	<i>Hemiaster cenomanensis</i> COTTEAU.

6. — Banc à Ostracés : altitude 88 mètres environ. 0 m. 80
Ostrea columba media. *Ostrea vesiculosa* Sow.

5. — Sables calcareux sans fossiles avec nodules à sa partie supérieure. 0 m. 50

4. — Calcaire gréseux tendre, très glauconieux, à Pélécy-podes, *Pecten orbicularis* Sow¹..... 0 m. 30
3. — Sables de Varennes à *Ostrea conica*, *Terebratella Menardi*..... 0 m. 50
2. — Banc de calcaire gréseux (identique à 4)..... 0 m. 50
1. — Sables de Varennes visibles sur..... 1 m. 00

A 50 mètres au S.E. du calcaire qui marque la jonction de la route départementale de Ciran à Ligueil et du chemin qui mène au moulin Vachereau et à l'altitude de 86 mètres environ, se trouve une petite carrière de calcaire très quartzifère et très glauconieux, très riche en fossiles souvent bien conservés.

M. J. Rougé, de Ligueil, et nous avons recueilli à cet endroit.

Serpula filosa DUJARDIN.
Schloenbachia varians D'ORB.
Acanthoceras confusum GUE-
 RANGER.

Strombus inornatus D'ORB.
Panopea (?) *striata* D'ORB.
Icanotia elegans D'ORB. sp.
 (*Capsa*).

Cyprina ligeriensis D'ORB.
Crassatella Galliennei D'ORB.
Protocardia hillana SOW.
Trigonia sinuata PARK.
 — *crenulata* LAMK.
 — *dædalea* PARK.

Cucullea sp.
Lima cenomanensis D'ORB.
 — *consobrina* D'ORB.
Pecten orbicularis SOW.

Pecten elongatus LAMK.
Neithea æquicostata D'ORB.
 — *quinquecostata* SOW.
Spondylus sp.
Alectryonia carinata D'ORB.
Exogyra conica D'ARCH. forme
Haliotidea COQUAND.
Membranipora vendinnensis
 D'ORB.
 — *Nicklesi*

LÉCOINTRE.
Rynchonella compressa D'ORB.
Terebratella Menardi D'ORB.
 — aff. *Menardi*.
Holaster suborbicularis AG.
Catopygus cf. *carinatus* AG.
Cottaldia Benettix COTTEAU.
Pseudodiadema sp.

Le curage du lit de l'Esves en amont du moulin a révélé la base de cette craie, plus riche encore en quartz et en glauconie. Nous possédons de là :

Acanthoceras rotomagensis DEFR. *Avicula anomala* SOW.
Arca Marceana D'ORB.

On pourrait avoir une hésitation à fixer la position stratigraphique de ces calcaires, par rapport à ceux que nous avons observés au-dessus du banc à Ostracés dans la carrière précédente.

1. Le *Pecten orbicularis* Sow. est très abondant dans le Cénomaniens de Ligueil. Ce doit être lui que Dujardin a décrit comme *P. tumidus*. Malheureusement la figure de Dujardin est insuffisante et nous n'avons pas pu retrouver le type.

Nous ne pensons pas qu'il faille les considérer comme équivalents. La faune est différente, elle ne présente pas les mêmes Ammonites. De plus, l'*Exogyra vultur* y manque complètement. D'autre part, le curage de l'Esves dont nous avons parlé, au lieu de mettre à nu le banc à Ostracés, ce qui n'aurait pas manqué d'avoir lieu dans le cas où les calcaires lui auraient été supérieurs, a au contraire mis à nu les sables de Varennes.

W.

E.

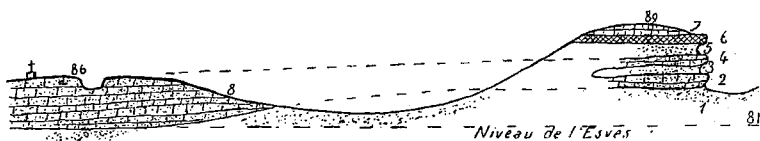


FIG. 3. — COUPÉ THÉORIQUE AU MOULIN DE VACHEREAU.

8, Calcaire de la croix de Vachereau à *Acanthoceras confusum* et *Acanthoceras rotomagensis* ; 7, Calcaire supérieur de la carrière E. de Vachereau, à *Acanthoceras* cf. *sarilhacense* ; 6, Banc à Ostracés ; 5, Sable ; 2, 4, Calcaire gréseux à *Pecten orbicularis* ; 1, 3, Sable de Varennes à *Terebratella Menardi*.

Nous considérons donc les calcaires de Vachereau comme un faciès lenticulaire de la partie supérieure des sables de Varennes, et les deux bancs calcareux de la figure 2 comme des apophysés de cette lentille calcaire (fig. 3) :

Cette manière de voir est d'ailleurs corroborée par l'examen pétrographique comme on le verra par la suite.

C. — Coupe de Ciran à Varennes.

On prend la route de Ciran à Mouzay ; à la sortie de Ciran, la route laisse à gauche les carrières de sables ferrugineux dont il a été question plus haut.

Plus loin, au lieu dit les Caves, la route tourne brusquement à gauche pour escalader un raidillon. Là, sont ouvertes des carrières peu importantes, dans ce que les gens du pays appellent la « Pierre-Galette », sorte de calcaire très dur, en bancs minces bien lités, riche en quartz et en glauconie. Si l'on pénètre dans les champs à l'E.N.E. de la carrière, on arrive jusqu'à un bois situé au Nord du village du Galles-Pierres et qui se trouve en contre-haut du champ de 1 mètre environ.

On peut constater que la couche qui détermine cette deuxième terrasse n'est autre que le banc gréseux à Ostracés.

En continuant vers l'Est on voit l'escarpement dû à la pierre-galette disparaître, et faire place à celui déterminé par le banc à

Ostracés qui surmonte alors des sables grossiers, glauconieux, un peu calcaires, contenant des nodules de grès tendre à ciment calcaire, semblables à ceux observés près de Ciran, et dans lesquels sont creusés des caves ayant pour toit le banc à Ostracés.

Le banc à Huîtres est ici un peu plus calcaire qu'à Ciran, sa faune comprend, tant à cet endroit que dans la tranchée de la route qui monte au Minardière : l'*Ostrea columba media* et de très abondantes *Ostrea Dessalinesi* COQUAND, *Cyprina ligeriensis* D'ORB. et *Lima simplex* D'ORB.

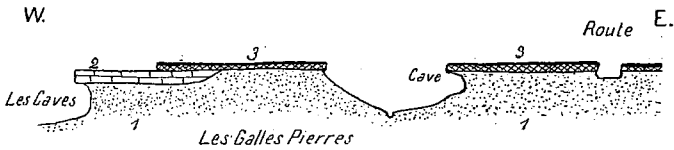


FIG. 4. — COUPE EST-OUEST DES CAVES A LA ROUTE DE LA MINARDIÈRE.
3, Bancs à Ostracés ; 2, Pierre-galette ; 1, Sables calcareux à nodules.

De ce dernier point, notre itinéraire suit la route départementale de Ciran à Varennes.

Au moulin de la Chaussée une belle carrière montre sur un front de 10 mètres environ :

3. — Banc de grès calcaire noduleux sans fossiles alternant avec de petits lits de sable. — Le tout quartzeux et glauconieux 1 m. 20.
2. — Grès rubéfié..... 0 m. 20.
1. — Sables quartzeux, glauconieux avec des cordons de nodules légèrement grésocalcaires..... 9 m.

Ce sont les sables dits de Varennes.

Nous y avons trouvé, surtout vers la base :

<i>Terebratella Menardi</i> D'ORB.	<i>Exogyra conica.</i>
<i>Terebratula biplicata</i> DESH.	— <i>columba minor.</i>
<i>Eoradiolites Grossouvrei</i> Tou-	<i>Alectryonia carinata.</i>

CAS.

En continuant vers Varennes, au Nord de l'embranchement qui mène à ce village, une petite carrière (fig. 5) donne la coupe suivante :

- Grès calcaire fossilifère : *Terebratula biplicata*..... 1 m.
Sables ferrugineux à grains roulés, piquetés de glauconie, c'est le sable de Ciran..... 1 m.

Sables analogues à ceux du Moulin de la Chaussée, mais ne contenant pas de fossiles en bon état. 4 m.



FIG. 5. — CARRIÈRE PRÈS DE VARENNES.

Cet itinéraire nous révèle donc :

1° Que les sables de Varennes se chargent fréquemment de bancs grésocalcaires et même calcaires.

2° Que ces bancs calcaires, par cristallisation d'un ciment de calcite, forment la pierre-galette dont la situation stratigraphique se trouve déterminée au-dessous du banc à Ostracés.

3° Que les sables ferrugineux de Ciran sont un faciès des sables de Varennes ; c'est ce qui ressort de l'examen des deux dernières carrières.

Ces données étant acquises, nous pouvons aborder la quatrième partie de cet exposé.

D. — Coupe N. S. à Ligueil.

Cette coupe nous est donnée par les tranchées du Chemin de fer départemental du Grand-Pressigny à Esvres.

Au Sud de la gare de Ligueil, dans la première tranchée, on rencontre le banc à Ostracés, marneux, glauconieux, à *Ostrea columba media* surmonté immédiatement par la craie marneuse turonienne à *Inoceramus labiatus*.

A Ligueil, les puits rencontrent une couche marneuse verte avec :

Acanthoceras confusum GUE-
RANGER.

Strombus inornatus D'ORB.
Trigonia sulcataria LAMK.

Dans la tranchée au Nord de la Gare, dite Tranchée des Foulons, on voit des sables glauconieux avec bancs de « pierre-galetté », nous y avons recueilli : *Exogyra flabellata* D'ORB. *Terebratula biplicata* DEFR.

En continuant la ligne, on arrive vers l'altitude de 84 mètres dans une craie glauconieuse, quartzeuse, en tous points semblable à la craie du Moulin Vachereau.

Nous y avons recueilli : *Alectryonia carinata* LAMK.

Entre la route départementale de Loches à Ligueil et la route de Ligueil à Vou, on voit dans une tranchée le banc à Ostracés argilo-marneux : *Ostrea columba media*, *O. vesiculosa* Sow., à l'altitude de 110 mètres. C'est le sommet de l'anticlinal. A 50 mètres environ vers l'Ouest, le monticule de Cerçay montre la craie marneuse turonienne à *Inoceramus labiatus*.

En suivant toujours la ligne du Chemin de fer, on arrive à la tranchée située à l'Est de la ferme du Vau. On y observe la succession suivante :

2. — Sables verts un peu argileux, altitude 100 m.

1. — Calcaire quartzeux glauconieux à Pélécy-podes indéterminables ;

le tout contient en abondance : *Ostrea vesiculosa* Sow. ; *Ostrea columba media*, et une valve plane que nous rapportons quoiqu'avec doute à *Ostrea biauriculata* LAMK.

S.

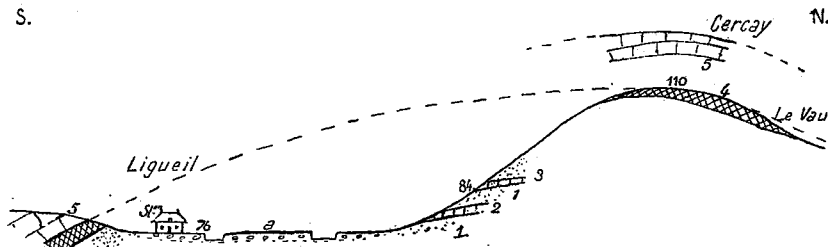


FIG. 6. — COUPE A LIGUEIL.

a, Alluvions ; 5, Turonien ; 4, Banc à Ostracés ; 3, Calcaire gréseux à *Ostrea carinata* ; 2, Pierre-galette ; 1, Sables glauconieux.

Dans la direction N. E. du Vau, aux Pacauderies se trouvent d'importantes exploitations de « pierre-galette ».

En utilisant les données que nous avons recueillies à Ciran et à Varennes nous pouvons donner la coupe de la figure 6.

CONCLUSIONS.

Nous sommes donc amené à distinguer les assises suivantes : de bas en haut :

1) L'ensemble des sables glauconieux de Varennes à *Terebratella Menardi*, dont la base est invisible comprenant à sa partie supérieure trois faciès lenticulaires : les sables ferrugineux décal-

cifiés de Ciran ; les calcaires glauconieux inférieurs du moulin Vachereau à *Acanthoceras rotomagense*, et enfin la « Pierre-galette ».

2) Le banc à Ostracés marneux à Liguéil; plus gréseux et plus calcaire vers l'Est.

3) Le calcaire supérieur de Vachereau à *Acanthoceras* cf. *sarthacense* et *Exogyra vultur* et son parallèle le calcaire du cimetière de Ciran qui peuvent manquer, auquel cas le Turonien repose directement sur le banc à Ostracés.

Il y a lieu de remarquer l'extrême analogie de la faune des calcaires de la Croix de Vachereau avec celle du Mans. Outre l'*Ac. rotamagensis* caractéristique du Cénomanién et qu'on rencontre à la base de ces calcaires, on y a rencontré l'*Acanthoceras confusum* GUÉRANGER qui était jusqu'à présent spécial aux environs du Mans. L'ensemble de la faune de Lamellibranches et de Gastropodes vient à l'appui de cette analogie.

Dans les sables de Varennes j'attirerai particulièrement l'attention sur les échantillons d'*Eoradiolites Grossouvrei* TOUCAS que M. Thevenin et nous, avons recueillis au moulin de la Chaussée. Cette espèce a été figurée par A. Toucas du Cénomanién des Charentes et de Richelieu (Indre-et-Loire).

On a reconnu dans notre exposé, la couche à Ostracés qui occupe un niveau très constant dans toute la région S. W. du Bassin de Paris. On le trouve tout autour de la région que nous avons étudiée. Cependant, de même que dans l'Indre, l'*O. biau-riculata* en est à peu près absente. C'est un précieux repère tectonique, facile à diagnostiquer même dans les forages.

Il faut remarquer la présence dans le calcaire supérieur à *Acanthoceras* cf. *sarthacense* de Vachereau de l'*Exogyra vultur* COQUAND. Cette belle espèce était jusqu'à présent connue seulement du Cénomanién supérieur (Marnes à Ostracés) de Bonneuil-Matours (Vienne).

EXAMEN PÉTROGRAPHIQUE¹.

Nous avons pensé qu'il serait peut-être intéressant d'examiner ces variations de faciès au point de vue pétrographique.

Les *Sables de Varennes* sont composés en majeure partie de grains de quartz anguleux et de grains de glauconie de petite dimension. Ces grains sont agglomérés par cinq ou six avec un peu d'argile. Ils contiennent une assez notable quantité de calcaire à l'état de fragments de tests de Lamellibranches et autres organismes.

1. MM. Cayeux et Michel-Lévy ont bien voulu nous prêter le secours de leur grande expérience. Nous leur adressons ici tous nos remerciements.

Les fossiles y sont conservés, mais avec un test extrêmement mince un peu silicifié.

Les *Sables ferrugineux de Ciran* qui rappellent par leur aspect les Sables du Perche, sont plus grossiers, les grains de quartz y sont arrondis et recouverts d'une couche d'oxyde de fer. La glauconie est rare et toujours très altérée. Le calcaire est absent.

Les fossiles y sont rarement conservés et toujours presque complètement silicifiés.

D'après leur allure générale, les sables de Ciran seraient un faciès lenticulaire, plus grossier et très oxydé de la partie moyenne des sables de Varennes.

Sables calcaireux inférieurs au banc à Ostracés. — Plus grossiers que les Sables de Varennes typiques, ces sables se trouvent au-dessous du banc à Ostracés, partout où nous l'avons examiné. Ils ne contiennent que très rarement des fossiles (*Exogyra conica*, *Ostrea columba minor*). Ils se chargent de nodules un peu plus résistants.

L'un de ces nodules (Caves des Galles-Pierres) nous a révélé de nombreux quartz anguleux, petits, quelques-uns à extinction roulante, de la glauconie en abondance, de nombreux fragments d'Echinides, quelques sections de Bryozoaires et quelques oolithes à structure radiée ayant généralement comme centre un grain de quartz.

Les sections de Lamellibranches présentent des phénomènes de silicification.

Le ciment est formé de calcite finement cristallisée.

Oolithe de la Tourmelière. — Près du moulin Vachereau, au Nord de la route départementale et à l'Est de la Tourmelière, on trouve dans les champs un banc d'oolithe surmontant un banc de « pierre-galette ». Nous n'avons pu fixer avec certitude la position stratigraphique de cette oolithe par rapport au banc à Ostracés. Cependant nous la croyons inférieure.

Elle apparaît comme le terme ultime de la transformation qu'a subie le nodule dont nous venons d'examiner la structure.

Les quartz anguleux, très abondants, apparaissent presque toujours comme le centre d'oolithes calcaires à structure radiée, souvent détruite par la cristallisation. Les feldspaths, rares, sont aussi des centres d'oolithes. Les oolithes se touchent mais ne se fusionnent pas et laissent de nombreux vides.

Minéraux : Glauconie, mica muscovite.

Organismes : Echinodermes, Bryozoaires.

Calcaires inférieurs de la Croix de Vachereau. — Quartz anguleux, très abondants, se touchant presque, glauconie concrétionnée, abondante.

Organismes : Lamellibranches, Echinodermes¹, Bryozoaires très abondants.

Minéraux : tourmaline bleue en traînées, ciment peu abondant mais compact de calcite finement cristallisée.

Ce calcaire est particulièrement remarquable par l'abondance extrême du quartz détritique. Il apparaît bien comme un « sable de Varenne » additionné de l'élément calcaire.

« *Pierre-galette* » tendre de Pacauderies. — Même abondance de quartz, glauconie abondante. Mica noir souvent chloritisé. Quelques grains de tourmaline. Quelques oolithes à structure radiée. Calcédoine, tantôt concrétionnée, tantôt envahissant les sections du test des Lamellibranches et même des Echinodermes.

Organismes : Echinodermes, Bryozoaires, Lamellibranches.

Le ciment est en voie de formation, la calcite apparaît comme « nourrissant » les fragments des Lamellibranches ou les oolithes autour desquelles elle forme des franges hérissées de cristaux assez volumineux.

Pierre-galette dure du cimetière de Liqueil. — C'est le terme ultime de la transformation entrevue sur l'échantillon précédent.

Les organismes ont généralement disparu, transformés en calcite largement cristallisée, qui forme un ciment très compact autour des nombreux grains de quartz et de glauconie et d'oolithes à structure radiée.

Minéraux : Micas noir et blanc ; calcédoine concrétionnée.

Organismes : on ne voit plus au centre des grains de calcite que quelques restes de la structure réticulée des Echinodermes.

Calcaire supérieur du moulin Vachereau (carrière est). — Quartz peu abondant, glauconie, quelques fragments de mica noir.

Organismes : rares fragments d'Echinodermes, quelques Bryozoaires. Foraminifères abondants : Textularidées à test épais, benthoniques.

Ciment : calcite très finement cristallisée.

Calcaire supérieur du cimetière de Ciran (fig. 1, n° 4). — Bryozoaires assez abondants : Foraminifères analogues à ceux

1. Un de ces fragments a perdu sa structure réticulée, sauf en un point où elle a été conservée par de la glauconie.

de l'échantillon précédent. Les Mollusques ont disparu, leurs vides sont remplis de calcite cristallisée assez largement.

Minéraux : quartz et glauconie peu abondants, quelques micas noirs souvent chloritisés.

Ciment : calcite extrêmement fine.

Conclusions. — Les deux derniers échantillons se distinguent donc très nettement des grès calcaires et des calcaires inférieurs au banc à Ostracés :

1° Par la rareté des éléments détritiques ;

2° par la présence des Foraminifères ;

3° par la ténuité du ciment de calcite.

Ces calcaires du Cénomaniens supérieur forment déjà une transition vers la sédimentation crayeuse du Turonien inférieur. Le nom de « Calcaire crayeux » pourrait leur être assez justement appliqué.

APPENDICE.

Découverte du Cénomaniens à Amboise (Indre-et-Loire). — Nous croyons devoir signaler qu'un puits creusé à un kilomètre à l'Ouest d'Amboise a atteint sous 10 mètres d'alluvions et d'éboulis le banc à Ostracés du Cénomaniens à une altitude de 52 m. Cette découverte est intéressante, car elle permet de préciser la position de l'anticlinal d'Amboise-Souvigné.

APPENDICE A LA FLORE FOSSILE DE LA BASSE-LOIRE

PAR **Edouard Bureau** ¹.

PLANCHE II.

SIGILLARIA CAMPTOTÆNIA WOOD.

PL. II, FIG. 1, 1a.

1857. *Sigillaria ramosa* GOLDENBERG, Flora saræpontana foss., II, p. 22, pl. vi, fig. 1-4; III, p. 9, pl. xii, fig. 7.
1860. *Asolanus camptotænia* WOOD, Proc. Acad. nat. Sc. Philad., p. 238, pl. iv, fig. 1.
1866. *Sigillaria monostigma* LESQUEREUX. Coal Flora of Pennsylvania, II, p. 468, pl. LXXIII, fig. 3-6.
1869. *Sigillaria camptotænia* WOOD. Trans. Amer. phil. Soc., XIII, p. 342, pl. ix, fig. 3. — ZEILLER. Bassin houiller de Valenciennes, texte 1888, p. 588; atlas, 1886, pl. LXXVIII, fig. 4, 5, 6, 6a. — WEISS, Die sigillarien der preussich, Steink und Rothlieg-Gebiete, II, texte, 1893, p. 66; atlas, die Grupp. d. Subsiggillarien, pl. iv, fig. 20-25; v, fig. 28-30.
1877. *Pseudosigillaria monostigma* GRAND'EURY. Flore carbon. du départ. de la Loire, 1^{re} part. texte, p. 144.

Surface sous-épidermique couverte de *lignes longitudinales, saillantes, nombreuses, arrondies, serrées*, variant de grosseur et de longueur, *ne contournant pas les coussinets* et formant souvent un réseau, mais souvent aussi parallèles et *s'étendant en droite ligne de bas en haut*, et nullement en zig zag; *coussinets oblongs, distants, sans angles sur le bord*; mais parfois plus rapprochés et un peu anguleux; *cicatrice foliaire arrondie et creuse*.

Espèce très variable.

Parmi les nombreux échantillons qui m'ont servi pour la Flore du bassin de la Basse-Loire, les deux que je figure maintenant m'avaient échappé. L'impression étant achevée, je les figure ici en raison de leur intérêt. Ils appartiennent à ce groupe d'espèces qui présentent les formes les plus diverses, suivant l'âge ou suivant la couche corticale qui se trouve mise à nu. On a imposé à celle-ci divers noms: *Sigillaria camptotænia* WOOD; *Sigillaria camptotænia monostigma*; *Sigillaria camptotænia gracilentia*

1. Note présentée à la séance du 16 février 1914.

GRAND'EURY, et même un nom de sous-genre : *Asolanus*. En effet, ce ne sont pas des Sigillaires tels que nous sommes habitués à les voir, avec des cicatrices foliaires polygonales marquées de trois cicatricules, dont la médiane vasculaire ; tandis que dans le *Sigillaria camptotænia* et voisins, les cicatrices foliaires sont très petites, enfoncées, et les cicatricules vasculaires le plus souvent isolées, c'est-à-dire non accompagnées de cicatricules latérales. Il y a, comme Weiss l'a indiqué, une affinité réelle entre les *Sigillaria* et les *Bothrodendron*.

J'ai trouvé un échantillon de cette espèce au puits Neuf, mines de la Tardivière, commune de Mouzeil (Loire-Inférieure). On la connaît du bassin de la Loire, de plusieurs bassins d'Allemagne et de l'Illinois aux États-Unis. Elle a donc vécu aux trois époques de la période carboniférienne.

SIGILLARIA CORRUGATA n. sp.

PL. II, FIG. 2, 2a.

Coussinets quadrangulaires, rapprochés les uns des autres, chacun portant à l'angle apical, une cicatrice foliaire marquée d'une cicatricule médiane, qui seule est vasculaire ; les latérales presque invisibles. Cicatrices foliaires distantes les unes des autres, à angles latéraux aigus. Tous les coussinets couverts de stries transversales, longues, très fines, s'écartant autour des cicatrices foliaires.

Se rapproche assurément du *Sigillaria minutifolia* ; mais les stries de ce dernier sont beaucoup plus courtes, et surtout beaucoup plus sinueuses.

Un seul échantillon de *Sigillaria corrugata* a été trouvé au puits Neuf, mine de la Tardivière, commune de Mouzeil (Loire-Inférieure).

SUR LES POISSONS FOSSILES
DES TERRAINS TERTIAIRES SUPÉRIEURS DU SUD-OUEST
DE LA FRANCE

Note complémentaire

PAR **F. Priem**¹.

PLANCHE III.

SOMMAIRE. — I. Oligocène, Stampien. — II. Miocène, Aquitanien. — III. Miocène, Burdigalien. — IV. Miocène, Helvétien.
Ginglymostoma Delfortriei DAIMERIES. — *Odontaspis* aff. *ferox* RISSO sp. — *Carcharodon polygyrus* AG. — *Carcharodon megalodon* var. *productus* AG. — *Trigonodon Oweni* SISMONDA. — Scombridés, *Cybium* ? sp. — *Trichiurides miocœnus* DELFORTRIE.

J'ai publié récemment une note sur les Poissons fossiles des terrains tertiaires du Sud de la France où j'étudiais notamment ceux du Sud-Ouest². Grâce à l'obligeance de M. A. Peyrot, professeur au lycée de Bordeaux, deux géologues de cette ville, MM. Duvergier et Degrange-Touzin ont bien voulu mettre leurs collections à ma disposition. Cela me permet de publier une note complémentaire sur les Poissons tertiaires du Sud-Ouest. Elle contient l'indication de nombreux gisements où l'on a trouvé des dents isolées et des débris de dentition. Une autre note contiendra la description de nombreux otolithes.

I. — OLIGOCÈNE ; STAMPIEN

ELASMOBRANCHES. — *Odontaspis cuspidata* var. *Hopei* AG., sp. Dent. Calcaire à Astéries de la Gironde (Degrange-Touzin).

Carcharodon angustidens AG. Dents. Même provenance (même collection).

Carcharias (*Aprionodon*) sp. Dents, dont certaines douteuses. Gaas (Landes) (même collection).

TÉLÉOSTOMES. — Sparidés. *Chrysophrys* ? sp. Petites molaires arrondies. Gaas (même collection).

1. Note présentée à la séance du 16 février 1914.

2. *B. S. G. F.*, (4), XII, 1912, p. 235-244, fig. 17-23 du texte et pl. VII, fig. 1, 6-8.

II. — MIOCÈNE. 1^o AQUITANIEN

ÉLASMORANCHES. — *Myliobatis* sp. Chevrons isolés. Saint-Morillon (Le Plantat)¹ (Gironde) (D.-T.)². — Fragment de piquant, Cabanac (Pouquet) (Gironde) (D.-T.).

Aëtobatis sp. Fragments de chevrons. Saint-Avit (Landes), (D.-T.); Mérignac (Baour) (Gironde), Aquitanien supérieur (D.).

Odontaspis cuspidata Ag., sp. Dents. Pessac (Gironde), Aquitanien supérieur (D.). — Dents, dont certaines douteuses, Mérignac, Aquitanien (D.-T.).

Oxyrhina? sp. Dent douteuse. Pessac (Lorient), Aquitanien supérieur (D.).

Carcharodon angustidens Ag. Dent. Cérons (Gironde) (D.).

Carcharias (*Aprionodon*) sp. Dents. Cabanac (Pouquet) (Gironde) et Corbieu (moulin de Carreau) (Landes) (D.-T.).

Galeus? sp. Dent douteuse. Saint-Avit (Landes) (D.-T.).

TÉLÉOSTOMES. — Sparidés. *Chrysophrys*? sp. Dents, le plus souvent molaires, parfois dents antérieures. Mérignac (Baour); Pessac, Aquitanien supérieur (D.); Mérignac, Villandraut (moulin de Gamachot); Saucats (Lariev); Corbieu (moulin de Carreau); Saint-Morillon (Le Plantat)³; Cabanac (Pouquet); Martillac (Le Breyra), Gironde; (D.-T.); Saint-Avit (Landes); Luebardez (canton de Bargnes) (Landes) (D.-T.).

Scombridé, *Cybiium*? sp. Une dent conique, plate (fig. 4), Cabanac (Pouquet) (D.-T.).

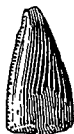


FIG. 1. — *Cybiium*? sp. Dent, vue latérale, Cabanac (Pouquet), Aquitanien, dent au double de la grandeur. Coll. Degrange-Touzin.

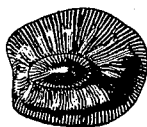


FIG. 2-3. — BOUCLE DE RAIE, vue de dessus et de profil, au triple de la grandeur. Saint-Médard (La Fontaine), Burdigalien moyen. Coll. Duvergier.

III. — MIOCÈNE. 2^o BURDIGALIEN

ÉLASMORANCHES. — *Myliobatis* sp. Chevrons détachés. Cestas et Cestas (Fourq), Martillac (Pas de Barrau)⁴ (D.-T.); Saucats

1. Les noms entre parenthèses sont des *lieux dits*, ou parfois des noms de *propriétaires*, ainsi Thibaudeau, Baour, Daney, etc.

2. Les lettres D.-T. indiqueront la collection Degrange-Touzin, la lettre D. la collection Duvergier.

3. De cette localité provient aussi un fragment d'os avec trois rangées de petites dents rondes ou d'alvéoles vides, ce qui paraît bien indiquer le genre *Chrysophrys*.

4. Martillac (Pas de Barrau), Burdigalien inférieur.

(Pont-Pourquey), Burdigalien supérieur (D. et D.-T.); Saucats (moulin de Lagus); Léognan (Coquillat et Thibaudeau)¹ (D.-T.); Mérignac (Pontic), Burdigalien inférieur; Saint-Médard-en-Jalle (La Fontaine), Burdigalien moyen; Cestas, Burdigalien supérieur; Canéjan (D.). — Piquants. Saint-Médard (La Fontaine) (D.) (Toutes les localités citées sont dans la Gironde).

Aëtobatis sp. Chevrons détachés. Mérignac (Pontic), Burdigalien inférieur; Saint-Médard (La Fontaine) et Léognan (Coquillat), Burdigalien moyen (D.).

Boucle de Raie (fig. 2-3). Saint-Médard (La Fontaine) (D.).

Notidanus primigenius AG. Dents. Saint-Médard-en-Jalle (Caupian), Burdigalien inférieur (D.-T. et D.). Une dent antérieure de la mâchoire supérieure de la collection Duvergier est ici figurée (pl. III, fig. 11); Saint-Médard (La Fontaine); Léognan (Coquillat), Burdigalien moyen (D.); Saint-Médard-en-Jalle, Canéjan (D.); Labrède (Moras) (Gironde²) (D.-T.); Saucats (Pont-Pourquey), fragment douteux (D.-T.).

Scyllium sp. Les Roussettes de ce genre (Cuvier) sont représentées par des dents isolées provenant des localités suivantes: Canéjan (D.), Martillac (Pas de Barrau), Léognan (Thibaudeau); Saucats (Pont-Pourquey), Labrède (Moras) [dents douteuses], Cestas, Mérignac (débris)? (D.-T.).

Ginglymostoma Delfortriei DAIMERIES. Le Burdigalien supérieur de Saucats (Pont-Pourquey) (D.) a fourni quatre dents dont deux sont ici figurées (fig. 4-5 et pl. III, fig. 12-13). Des dents



FIG. 4-5. — *Ginglymostoma Delfortriei* DAIMERIES. Dents, vues au triple de la grandeur, à gauche face externe, à droite face interne. Saucats (Pont-Pourquey), Burdigalien supérieur. Coll. Duvergier.

semblables ont été signalées par E. Delfortrie et rapportées par lui à *Sargus serratus* P. GERVAIS. Il était tenté d'attribuer à des dents de cette sorte, certaines stries et entailles d'ossements de Cétacés trouvés à Léognan. E. Delfortrie dit qu'il a recueilli ces dents dans le Miocène, mais il n'indique pas la localité. Plus

1. Coquillat, Burdigalien moyen; Léognan (Thibaudeau), Burdigalien inférieur.
2. Fragment douteux de dent latérale supérieure.

tard A. Daimeries appela ces dents *Ginglymostoma Delfortriei*¹. C'est à cette espèce que nous attribuons les dents de Pont-Pourquey. Les Roussettes du genre *Ginglymostoma* MÜLLER et HENLE, répandues dans les mers chaudes, ont laissé des dents isolées dans les dépôts tertiaires à partir de l'Éocène inférieur.

Odontaspis cuspidata Ag. sp. Dents. Cestas, Saint-Médard-en-Jalle (Caupian), Martillac (Pas de Barrau), Saucats (moulin de Lagus, moulin de l'église², Gieux, le Pelloua)³; Léognan, mollasse ossifère (D.-T.); Léognan (Coquillat), Burdigalien moyen (D.-T.) et (certaines douteuses) (D.); Saucats (Pont-Pourquey), Burdigalien supérieur; Saint-Médard (La Fontaine), Burdigalien moyen; Saint-Médard (Caupian) et Mérignac (Pontic) Burdigalien inférieur, Saint-Médard-en-Jalle, Canéjan (D.); Saint-Paul-de-Dax, Saint-Paul-de-Dax (moulin de Cabannes) et Dax (Mandillot)⁴ (Landes) (D.-T.).

Odontaspis contortidens Ag. Dents. Cestas (Fourq); Léognañ (mollasse ossifère et Coquillat), Saucats (Pont-Pourquey et moulin de Lagus) (D.-T.).

Odontaspis aff. *ferox* Risso sp. Dents. Mérignac (Pontic) (D.). De cette localité proviennent deux petites dents lisses à denticules latéraux longs et pointus; l'une d'elles possède, outre ces denticules latéraux principaux un denticule accessoire de chaque côté (pl. III, fig. 5-6). Ces dents se rapprochent beaucoup de celles d'*Odontaspis ferox* Risso sp., espèce actuelle que l'on trouve aussi dans le Pliocène d'Italie et de Belgique⁵.

Oxyrhina Desori Ag. Dents. Saint Médard-en-Jalle (Caupian), Martillac (Pas de Barrau), Léognan (mollasse ossifère et la Sangsueyre⁶) (D.-T.); Saint Médard-en-Jalle (D.).

Oxyrhina hastalis Ag. Une dent. Léognan (mollasse ossifère) (D.T.).

1. E. DELFORTRIE. Les ossements entaillés et striés du Miocène aquitanien. *Actes Soc. linn. Bordeaux*, t. XXVII, 1869, p. 261-262, pl. xiv. — A. DAIMERIES. Notes ichthyologiques, n° V, *Ann. Soc. malac. Belgique*, t. XXIV, 1889. P.V., p. xl.

2. Ces dents incomplètes sont douteuses.

3. Saucats (Le Pelloua), Burdigalien inférieur; Saucats (Gieux), Burdigalien supérieur.

4. Saint-Paul-de-Dax (moulin de Cabannes), et Dax (Mandillot), Burdigalien inférieur ou Aquitanien supérieur.

5. M. L. JOLEAUD (Géologie et Paléontologie de la plaine du Comtat et de ses abords. Description des terrains néogènes, *Mém. Acad. Vaucluse*, Avignon, 1907. Montpellier, 1912, p. 201, pl. iv, fig. 24-28) a signalé des dents analogues mais plus grandes du Pliocène inférieur (Plaisancien) d'Oréal, près d'Aramon sous le nom d'*Odontaspis ferox* Risso sp. var. *Bartasagoi* n. var.

6. Léognan (la Sangsueyre), Burdigalien moyen.

Oxyrhina ? sp. Petites dents incomplètes. Mérignac (Pontic), Burdigalien inférieur ; Saint-Médard (La Fontaine), Léognan (Coquillat), Burdigalien moyen, et Léognan (D.).

Carcharodon polygyrus Ag. Saint-Médard-en-Jalle (D.).

Une belle dent, très légèrement oblique, relativement basse, à racine large, à denticules latéraux non séparés du denticule principal, ressemble à la dent figurée par Agassiz sous le nom de *Carcharodon polygyrus*. Cependant on n'y voit pas, à la base externe de la couronne, les plis dont parle Agassiz¹.

Cette dent, ici figurée (pl. III, fig. 1), sur la face externe, a pour plus grande largeur 5 cm. et pour hauteur de la couronne, prise sur la face externe, 3 cm.

Le Dr A. S. Woodward place *C. polygyrus* dans la synonymie de *C. megalodon*². Je crois cependant qu'il s'agit d'une espèce distincte ou au moins d'une variété de *C. megalodon*. Agassiz cite cette forme dans la mollasse suisse et le Tertiaire du Maryland.

Une petite dent de Léognan (mollasse ossifère) (D.-T.), à denticules latéraux visibles mais non séparés du denticule principal, paraît aussi appartenir à ce type. Elle est incomplète (pl. III, fig. 2).

Carcharodon megalodon var. *productus* Ag. Saint Médard-en-Jalle (Caupian) (D.-T.).

Il s'agit d'une petite dent finement crénelée et sans denticules latéraux. Elle est incomplète (pl. III, fig. 4). Je la regarde comme une variété distincte de l'espèce *C. megalodon*. Agassiz regardait les dents de cette forme comme une espèce distincte, tandis que le Dr A. S. Woodward la place dans la synonymie de *C. megalodon*³.

Agassiz cite *C. productus* dans le Tertiaire des environs d'Apt (Vaucluse), des bords du Rhin et de Malte.

Carcharias (*Aprionodon*) sp. Dents, les unes droites (mâchoire inférieure), les autres obliques (mâchoire supérieure).

Canéjan, Léognan, Saucats (Pont-Pourquey), Saint-Médard (La Fontaine), Mérignac (Pontic) (D.) ; Léognan (la Sangsueyre, le Thil supérieur et Thibaudeau), Martillac (Pas de Barrau), Cestas (Fourq), Saucats (Gieux, le Pelloua et moulin de

1. L. AGASSIZ. Recherches sur les Poissons fossiles, t. III, 1843 p. 253, pl. xxx, fig. 9-12. Voir notamment la figure 10.

2. A. SMITH WOODWARD. Catalogue of the fossil Fishes in the British Museum, part I, 1889, p. 415.

3. L. AGASSIZ. *Loc. cit.*, p. 251-252, pl. xxx, fig. 2, 4, 6, 7, 8. — A. S. WOODWARD, *loc. cit.*, p. 415.

l'église¹), Labrède (Moras) (D.-T.); Léognan (Coquillat), Cestas, Burdigalien supérieur: Saint-Médard-en-Jalle (Caupian) (D. et D.-T.); Saint-Paul-de-Dax (D.-T.).



FIG. 6-7. — *Galeus* sp. Dents vues par la face interne, au triple de la grandeur. Mérignac (Pontic), Burdigalien inférieur. Coll. Duvergier.



FIG. 8. — *Galeus* sp. Dent vue par la face interne, au triple de la grandeur. Cestas, Burdigalien supérieur. Coll. Duvergier.

Carcharias (*Physodon* ou *Scoliodon*?) sp. Une dent oblique sans crénelures, Léognan (D.).

Galeus sp. Dents. Canéjan, Saucats (Pont-Pourquey), Cestas, Burdigalien supérieur; Mérignac (Pontic), Saint-Médard (Caupian)² (D.); Labrède (Moras), Martillac (Pas de Barrau, falun jaune), Martillac (falun bleu supérieur), Saucats (moulin de l'église et moulin de Lagus), Léognan (Coquillat et la Sangsueyre) (D.-T.).

Je représente ici des dents de Mérignac (Pontic) (fig. 6-7), de Cestas (fig. 8), de Léognan (la Sangsueyre) (fig. 9), et de Saucats (moulin de Lagus) (fig. 10-11).



FIG. 9. — *Galeus* sp. Dent vue par la face interne, au triple de la grandeur. Léognan (la Sangsueyre), Burdigalien moyen. Coll. Degrange-Touzin.



FIG. 10-11. — *Galeus* sp. Dents vues par la face interne au triple de la grandeur. Saucats (moulin de Lagus), Burdigalien moyen. Coll. Degrange-Touzin.

Sphyrna prisca Ag. Dents. Mérignac (Pontic), Saint-Médard (La Fontaine) (D.); Martillac (Pas de Barrau, falun jaune supérieur), Léognan (Coquillat), Léognan (la Sangsueyre (fig. 12), Saucats (Le Pelloua) (D.-T.); Saint-Médard (Caupian) (D. et D.-T.).

1. Les dents de cette dernière provenance sont douteuses.
2. Certaines des dents de cette provenance sont douteuses.

Galeocerdo aduncus Ag. Dents. Mérignac (Pontic), Saint-Médard-en-Jalle; Saint-Médard (Caupian); une dent douteuse; Saucats (Pont-Pourquey), dents douteuses; Cestas (moulin neuf), Saint-Médard (la Fontaine)¹, Léognan, Léognan (Coquillat) (D.); Mérignac, Saint-Médard-en-Jalle (Caupian), Léognan (Coquillat et mollasse ossifère); Martillac, falun bleu supérieur (D.-T.).

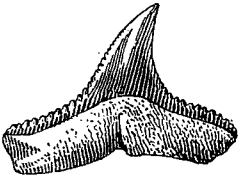


FIG. 12. — *Sphyrna prisca* Ag. Dent vue par la face interne au triple de la grandeur. Léognan (la Sangsueyre), Burdigalien moyen. Coll. Degrange-Touzin.

Hemipristis serra Ag. Dents. Cestas, Burdigalien supérieur (D. et D.-T.); Saint-Médard-en-Jalle, Saint-Médard (La Fontaine), Saucats (Pont-Pourquey), Léognan (D.); Léognan (mollasse ossifère), Saint-Médard-en-Jalle (Caupian); Martillac (Pas de Barrau), falun bleu (D.-T.).

VERTÈBRES DE SQUALES. Saucats (Pont-Pourquey), Mérignac (Pontic) (D.).

TÉLÉOSTOMES. — *Pagellus aquitanicus* DELFORTRIE. Une dent molaire, Saint-Médard-en-Jalle (D.).

Chrysophrys sp. Fragments de maxillaires avec quatre rangées de dents ou plus. Mérignac (Pontic) et Saint-Médard-en-Jalle (D.). Fragment de maxillaire avec trois rangées de dents, Saucats (Pont-Pourquey) (D.).

Sparidés, *Chrysophrys*? sp. Dents détachées, molaires ou dents antérieures. Saint-Médard-en-Jalle, Saint-Médard (la Fontaine), Canéjan, Mérignac (Pontic), Saucats (Pont-Pourquey), Cestas, Burdigalien supérieur (D.); Saucats (Pont-Pourquey et moulin de Lagus), Cestas, Saint-Médard-en-Jalle, Haillan, Labrède (Moras), Léognan (Coquillat, la Sangsueyre, Thibaudau et mollasse ossifère), Saint-Médard-en-Jalle (Caupian), Martillac (Pas de Barrau, falun jaune et falun bleu), Mérignac et Mérignac (Lorient), Saucats (Gieux, le Pelloua, moulin de l'église) (D.-T.); Dax (Mandillot) (fig. 13) (D.-T.).

Pagrus sp. Fragment de maxillaire avec deux rangées d'alvéoles rondes. Saucats (Pont-Pourquey) (D.).

Trigonodon Oweni SISMONDA. Cette espèce de Sparidé à larges incisives tranchantes est répandue dans le Miocène de Bretagne, d'Allemagne, d'Italie et le Pliocène d'Italie. Elle est représentée ici par une incisive de Labrède (Moras) (D.-T.) et une autre de Saucats (le Pelloua) (D.-T.) (pl. III, fig. 15-16).

1. Une dent de cette provenance pourrait être une dent de *Carcharias* (*Prionodon* sp.)

Labrodon sp. Les Labridés du genre éteint *Labrodon* de GERVAIS sont représentés dans le Miocène par des dentitions pharyngiennes. Je rapporte à ce genre un pharyngien supérieur (pl. III, fig. 14) de Saint-Médard-en-Jalle (D.).

Diodon sp. Une plaque dentaire de *Diodon* LINNÉ, genre actuel qu'on trouve dans le Tertiaire dès l'Éocène, provient de Canéjan (Haut-Bouscat), Burdigalien inférieur (D.) (pl. III, fig. 17).



FIG. 13. — Dent antérieure de Sparidé, vue latérale au triple de la grandeur. Dax (Mandilot), Burdigalien. Coll. Degrange-Touzin.



FIG. 14. — *Cybiium?* sp. Dent vue au double de la grandeur. Mérignac (Pontic), Burdigalien inférieur. Coll. Duvergier.



FIG. 15. — *Cybiium?* sp. Dent vue au triple de la grandeur. Saucats (Gieux), Burdigalien supérieur. Coll. Degrange-Touzin.

Scombridés, *Cybiium?* sp. Dents coniques, comprimées, ressemblant à celles du genre *Cybiium* CUVIER, répandu dans les mers chaudes et qu'on trouve à l'état fossile dès l'Éocène. Mérignac (Pontic) (fig. 14), Saint-Médard (la Fontaine) (D.); Canéjan, Saint-Médard-en-Jalle, Saucats (Gieux) (fig. 15), Saucats (Pont-Pourquey et moulin de Lagus), Cestas, Léognan (la Sangsueyre et moulin Daney¹), Martillac (falun supérieur bleu; et Pas de Barrau, falun jaune) (D.-T.).

Trichiurides miocænus DELFORTRIE. On donne ce nom à des dents tranchantes, pointues, recourbées, plus ou moins barbelées en demi-fer de lance à leur extrémité. Elles ressemblent à celles de certains Scombridés actuels des genres *Lepidopus* GOUAN et *Trichiurus* LINNÉ. Poissons de haute mer dont on fait souvent une famille à part, celle des Trichiuridés. Ces Poissons ont laissé des dents isolées dans les terrains tertiaires et Delfortrie les signala sous le nom de *Trichiurides miocænus* dans les faluns de Saucats².

1. Léognan (la Sangsueyre et moulin Daney), Burdigalien moyen.

2. E. DELFORTRIE. Sur quelques dents de formes singulières provenant des faluns de Saucats (Gironde), *Actes Soc. linn. Bordeaux*, XXXI, 1876, p. 1-2 du tiré à part, 5 figures.

Nous pouvons signaler les localités suivantes : Mérignac (Pontic) (fig. 16) St-Médard (la Fontaine) (D.) ; Cestas, Léognan



FIG. 16. — *Trichiurides miocænus* DELFORTRIE. Dent vue latéralement au double de la grandeur. Mérignac (Pontic), Burdigalien inférieur. Coll. Duvergier.



FIG. 17. — *Trichiurides miocænus* DELFORTRIE. Dent vue latéralement au double de la grandeur. Léognan (Coquillat), Burdigalien moyen. Coll. Degrange-Touzin.



FIG. 18. — *Trichiurides miocænus* DELFORTRIE. Dent vue latéralement au triple de la grandeur. Léognan (moulin Daney), Burdigalien moyen. Coll. Degrange-Touzin.

[la Sangsueyre, Coquillat (fig. 17), moulin Daney (fig. 18)], Saucats [Pont-Pourquey (fig. 19), moulin de Lagus] (D.-T.).

DÉBRIS DIVERS. — 1° *Vertèbres*. Mérignac (Pontic), Canejan (Haut-Bouscat), St-Médard (la Fontaine), Saucats (moulin de Lagus), Saucats (Pont-Pourquey), Léognan (Coquillat), Cestas, Burdigalien supérieur (D.).

2° *Fragments de rayons et d'os divers*. Mérignac (Pontic), Canéjan (Haut-Bouscat), St-Médard (la Fontaine), Saucats (Pont-Pourquey) (D.).

3° Un *piquant* mince et lisse. Saucats (le Pelloua) (D. T.).



FIG. 19. — *Trichiurides miocænus* DELFORTRIE. Dent vue latéralement au triple de la grandeur. Saucats (Pont-Pourquey), Burdigalien supérieur. Coll. Degrange-Touzin.

Remarque. J'ai figuré avec doute sous le nom de *Carcharias (Prionodon)* sp. une dent du Burdigalien de Dax [B. S. G. F. (4), XII, 1912, p. 243, fig. 23]. Le professeur F. Bassani de Naples (lettre personnelle, 29 janvier 1913) se demande s'il ne s'agit pas d'*Hemipristis*.

Il veut parler sans doute des dents inférieures antérieures qui, dans ce genre, sont minces, subulées, courbées vers le dedans et dépourvues de denticulations ou n'ayant qu'une ou deux petites pointes à la base sur les côtés de la couronne.

IV. — MIOCÈNE. 3^o HELVÉTIEN

ELASMOBRANCHES. — *Squalina* sp. Dents. Salles (Minoy, fig. 20-21), Salles (couches à Panopées, dent douteuse) (fig. 22) (Gironde); Orthez (le Pareu) (fig. 23) (Basses-Pyrénées) (D.-T.).



FIG. 20-21. — *Squalina* sp. Dents vues par la face externe au triple de la grandeur. Salles (Minoy), Helvétien. Coll. Degrange-Touzin.



FIG. 22. — *Squalina?* sp. Dent vue par la face au triple de la grandeur. Salles (couches à Panopées), Helvétien. Coll. Degrange-Touzin.

Myliobatis sp. Chevrons isolés. Salles (D.); Salles (moulin Débat, Minoy, Largileyre¹) (D.-T.); Manciet, Gers (D.); Orthez (le Pareu) (D.-T.); Sallespisse (Basses-Pyrénées) (D. et D.-T.) — Piquants. Salles (D.).

Aëtobatis sp. Chevrons isolés. Salles, Manciet, Sallespisse (D.).

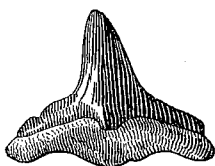


FIG. 23. — *Squalina* sp. Dent vue par la face externe au triple de la grandeur. Orthez (le Pareu), Helvétien. Collection Degrange-Touzin.



FIG. 24. — *Scyllium* sp. Dent vue par la face interne au triple de la grandeur. Salles, Helvétien, Coll. Duvergier.



FIG. 25. — *Scyllium* sp. Dent vue par la face interne au triple de la grandeur. Salles (Minoy), Helvétien. Coll. Degrange-Touzin.

Notidanus primigenius Ag. Dents. Salles (D.); Saugnac (Landes), Sallespisse, Orthez (le Pareu) (D.-T.).

Scyllium sp. Dents. Salles (fig. 24) (D.); Salles (moulin Débat, Minoy (fig. 25), Largileyre), Orthez [le Houssé, douteuses; le Pareu (fig. 26)] (D.-T.)².

1. Salles (Largileyre). Helvétien supérieur.

2. Des dents douteuses de *Scyllium* proviennent de Saucats (la Simc), et d'Orthez (le Pareu et le Houssé) (D.-T.).

Odontaspiscuspidata Ag. sp. Dents. Salles (D.) ; Salles (carrière du château, moulin Debat, Minoy, bord de la route avant le bourg et couches à Panopées), Saucats (la Sime) (D.-T.) ; Manciet (Gers), Parleboscq (Landes) (D.) ; Mimbaste, Saugnac, Sort¹, Clermont (Landes) (D.-T.) ; Orthez (le Pareu), Salies-de-Béarn (Basses-Pyrénées) (D.-T.) ; Sallespisse (D.).

Odontaspis contortidens Ag. Dents. Salles (D.) ; Salles (Minoy et couches à Panopées), Saucats (la Sime), Baudignan, Mimbaste, Saugnac (Landes), Salies-de-Béarn (D.-T.).



FIG. 26. — *Scyllium* sp. Dent vue par la face interne au triple de la grandeur Orthez (le Pareu), Helvétien. Collection Degrange-Touzin.

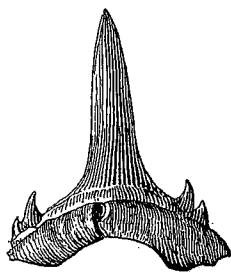


FIG. 27. — *Odontaspis* aff. *ferox* Risso, sp. Dent vue par la face interne au triple de la grandeur Orthez (le Houssé) Helvétien. Coll. Degrange-Touzin.

Odontaspis aff. *ferox* Risso sp. Dents. Sallespisse² (pl. III fig. 7-10), Orthez (le Pareu et le Houssé) (fig. 27) (D.-T.).

Oxyrhina Desori Ag. Dents. Salles (D.) ; Salles (carrière du château et couches à Panopées), Martignas, (Gironde), Mimbaste, Saugnac, Sort, Sallespisse (D.-T.).

Oxyrhina hastalis Ag. Dents. Salles (D.) ; Salles (carrière du château) (D.-T.) ; Mios? et Martignas (Gironde) ; Mimbaste, Saugnac, Sort, Clermont (Landes), Salies-de-Béarn (D.-T.).

Oxyrhina? sp. Petites dents incomplètes, Salies-de-Béarn (D.-T.).

Carcharodon megalodon Ag. Dents. Salles (D.)³ ; Sort, Clermont (D.-T.).

Carcharias (*Aprionodon*) sp. Dents isolées, droites (mâchoire inférieure) ou obliques (mâchoire supérieure).

1. Sort (Landes), Helvétien, avec un point de doute.

2. Je possède de Sallespisse une dent de *O. cuspidata* Ag. sp. et une autre lisse également, à doubles denticules latéraux, que j'ai désignée sous le nom d'*O. aff. cuspidata* (note citée, 1912, p. 238 et aussi *B. S.G.F.*, (4), XI, 1911, p. 44. Il faut la rapporter à *O. aff. ferox*.

3. Une dent de cette collection, provenant de Martignas, appartient peut-être à la même espèce. Elle est incomplète.

Manciet, Salles (D.); Salles (bord de la route avant le bourg, moulin Debat, Minoy, Largileyre, fig. (28-30), Saucats (la Sime),

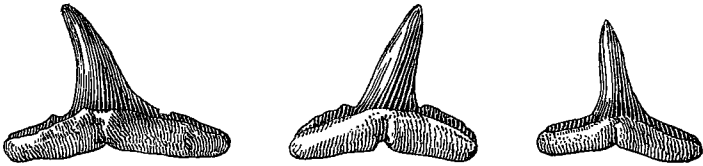


FIG. 28, 29, 30. — *Carcharias (Aprionodon)* sp. Dents vues par la face interne au triple de la grandeur. Salles (Largileyre), Helvétien supérieur. Collection Degrange-Touzin.

Baudignan, Clermont, Sallespisse, Salies-de-Béarn, Orthez (le Houssé, le Pareu) (fig. 31-32) (D.-T.).

Carcharias (Prionodon) sp. Une dent crénelée (dent inférieure) Orthez (le Pareu) (D.-T.) (fig. 33).

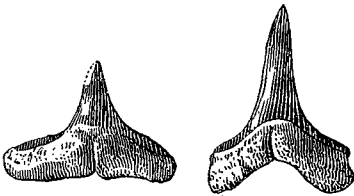


FIG. 31-32. — *Carcharias (Aprionodon)* sp. Dents inférieures vues par la face interne au triple de la grandeur Orthez (le Pareu), Helvétien. Coll. Degrange-Touzin.

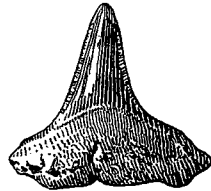


FIG. 33. — *Carcharias (Prionodon)* sp. Dent inférieure vue par la face interne au triple de la grandeur. Orthez (le Pareu), Helvétien. Coll. Degrange-Touzin.

Galeus sp. Dents. Salles (D.); Salles (bord de la route avant le bourg et couches à Panopées), Escalans (Landes)¹, Salies-de-Béarn, Orthez (le Pareu) (D.-T.); Sallespisse (D. et D.-T.).

Galeocerdo aduncus Ag. Dent. Sallespisse (D.).

Hemipristis serra. Dents. St.-Jean-de-Marsacq (Landes), Sallespisse, Salies-de-Béarn (D.-T.).

Vertèbres de Squales. Salles Manciet, Sallespisse, (D.).

TÉLÉOSTOMES. — Sparidés. *Chrysophrys* ? sp. Dents isolées, antérieures coniques et molaires arrondies.

Salles (D. et D.-T.); Salles (moulin Debat. Minoy, Largileyre et couches à Panopées), Saucats (la Sime, Baudignan², Clermont,

1. Une dent douteuse, peut-être de *Carcharias (Prionodon)* sp.

2. Débris de molaire, douteuse.

Sallespisse, Salies-de-Béarn, Orthez (le Pareu) (D. -T.) ; Manciet, Sallespisse (D.).

Sargus? sp. Débris d'incisive. Salles (D.).

Débris divers : Vertèbres, fragment de rayon. Salles (D.).

Remarque. — La collection Degrange-Touzin contient divers débris provenant de Saint-Geours (Landes) avec l'indication « Helvétien » ou « Helvétien ? » ou sans indication de niveau. Le niveau de Saint-Geours-de-Maremne (Landes) ne paraît pas être absolument déterminé. Cependant ce gisement est souvent rangé dans l'Aquitanien¹.

Les débris dont il est question sont : *Myliobatis* sp., *Odontaspis cuspidata* Ag. sp. ; *Od. contortidens* Ag. ; *Oxyrhina hastalis* Ag., *Oxyrhina?* sp. ; *Carcharodon angustidens* Ag. (pl. III, fig. 3) ; *C. megalodon* Ag. ; *Carcharias (Aprionodon)* sp. ; *Galeocerdo aduncus* Ag. ; dents de Sparidés (*Chrysophrys?* sp.) ; une dent de Scombridé (*Cybiium?* sp.). Ces espèces d'ailleurs, se retrouvent dans les niveaux plus élevés du Miocène.

Notes et Errata.

Depuis l'impression de ma note sur les Poissons fossiles des terrains tertiaires supérieurs du Sud de la France (*B. S. G. F.*, (4), XII, 1912, p. 213), M. J. Cottreau m'a communiqué des débris de Poissons provenant des marnes à plantes de Béziers (Burdigalien inférieur). Il s'agit de dents droites (inférieures) de *Carcharias (Aprionodon)* sp., de dents coniques et courtes de Sparidés (*Chrysophrys?* sp.) et d'écaillés cycloïdes divisées en segments par des fissures disposées des deux côtés et non rayonnantes.

Dans la même note, page 213, ligne 9 (après le sommaire), au lieu de Lombard-Dumas lire A. Lombard-Dumas ; p. 219, l. 3, mettre 2° devant Sagriès et l. 4 après Apt (Vaucluse), mettre niveau indéterminé ; l. 7, lire Ravin du Vabre, Est de Cucuron.

A la p. 245, l. 17, au lieu de *Chrysoptrys*, lire *Chrysophrys*.

Dans ma note sur des otolithes de Poissons fossiles des terrains tertiaires supérieurs de France (*B. S. G. F.*, (4), XI, 1911), p. 44, l. 6 et 7, au lieu de *Notidanus primigenus* lire *Notidanus primigenius*.

1. Voir Henri DOUVILLÉ, *B. S. G. F.*, (3), XXVII, 1899, p. 497 et A. DE LAPPARENT, *Traité de Géologie*, 5^e édition, p. 1589 et 1631. Dans ma note de 1912, p. 136 et suivantes, j'ai cité divers débris de Poissons fossiles de cette localité, en les plaçant dans l'Aquitanien. La localité en question est appelée souvent Saint-Geours-en-Maremne ; le vrai nom paraît être Saint-Geours-de-Maremne.

M. L. COULON, dans son travail : Les Poissons fossiles du Musée d'Histoire naturelle d'Elbeuf (Paris, 1903) cite divers Poissons fossiles du Sud de la France.

Dans le Miocène de Béziers des dents qu'il appelle *Lamna elegans* (p. 27-28) : il s'agit probablement de dents d'*Od. contortidens* ou d'*Od. acutissima* Ag.

Dans le Miocène de Bordeaux (p. 334), des dents supérieures d'*Hemipristis paucidens* Ag. (variété d'*H. serra* Ag.).

Dans le Miocène de Léognan (p. 32), des dents de *Carcharodon megalodon* Ag. et à Orthez (p. 25), une dent d'*Oxyrhina hastalis* Ag.



OBSERVATIONS RELATIVES A LA REVISION DE LA CARTE
GÉOLOGIQUE A 1/80 000 DANS LA RÉGION PROVENÇALE

PAR J. Repelin¹.

Les levés faits en vue de la revision de la Carte géologique ont été récemment l'occasion de publications diverses qui ont remis à l'ordre du jour les phénomènes tectoniques classiques de la région provençale. Par un hasard assez curieux j'ai été amené d'une part, dans le Var, à contester l'existence de la grande nappe des Bessillons² et à revenir à des conceptions bien voisines de celles de M. Zurcher et de Marcel Bertrand et par contre, dans la région de la Sainte-Baume, à considérer comme seule possible l'hypothèse d'une grande nappe que j'ai définie dans ma première note sur ce massif présentée à l'Académie des Sciences³, c'est-à-dire une hypothèse également bien rapprochée de celle de Marcel Bertrand. Je suis heureux que les circonstances m'aient involontairement amené à rendre un public hommage à la haute valeur de ces savants et à la solidité de leur œuvre. Le développement normal des progrès à accomplir en Provence ne me semble pas résider dans des contestations hâtives des résultats obtenus par nos prédécesseurs, mais, comme l'a indiqué Marcel Bertrand lui-même dans son mémoire posthume, dans des observations complémentaires plus détaillées, plus précises encore, non moins importantes, mais corrélatives à l'œuvre de premier jet dont le mérite leur revient en entier. Si l'hypothèse que j'ai émise est bien voisine de celle de Marcel Bertrand, il est cependant exagéré de dire, comme l'a fait M. Haug, qu'elle est exactement celle de ce savant. Elle n'a d'ailleurs jamais été complètement acceptée par le célèbre géologue qui envisageait encore comme possible celle d'un pli sinueux, parce qu'il ignorait certains faits *comme la continuité de la bande de Nans avec la nappe de Roqueforcade* que j'ai été

1. Note présentée à la séance du 16 février 1914.

2. Voir les notes de MM. HAUG et LÉON BERTRAND, *C. R. Ac. Sc.*, CLIV, 15 janvier 1912, p. 147 et 19 février 1912; p. 542, ainsi que les Comptes Rendus des collaborateurs pour les campagnes de 1911 et 1912, n^{os} 132 et 133.

Voir également : J. REPELIN. Sur la Constitution géologique de la partie septentrionale du département du Var. *C. R. Ac. Sc.*, t. CLVIII, séance du 26 janvier 1914.

3. *CR. Ac. Sc.*, CLIII, p. 1531, séance du 26 décembre 1911.

le premier à signaler dans mes premières notes. Le but de celle-ci n'est pas de discuter en détail l'hypothèse ou mieux les diverses hypothèses émises par le professeur de la Sorbonne. Pour qu'un débat de ce genre soit réellement fructueux il faudrait que les questions de fait soient indiscutablement établies. Or les diverses notes publiées par M. Haug ont montré qu'il n'en était pas encore ainsi. Ses observations ne sont pas achevées et, dans les parties qu'il considère comme acquises, les divergences avec mes observations sont aussi nombreuses qu'importantes. Ce sont ces divergences qu'il s'agit d'abord de faire disparaître si l'on veut entamer une discussion avec quelque chance d'aboutir à un résultat. J'ai l'impression d'ailleurs que, ce travail une fois fait, les points sur lesquels pourrait s'étendre, par la suite, le débat théorique, seraient singulièrement restreints.

Il importe donc, dans l'intérêt de la clarté et de l'avenir des discussions prochaines, d'établir dès maintenant l'état de la question et de mettre en lumière les points où se manifestent les principales divergences. Rien n'est plus simple pour cela que de placer en regard de l'opinion exprimée par le savant professeur celle dont je prends la responsabilité.

La série renversée qui forme le versant sud de la chaîne de la Sainte-Baume va de l'Aptien au Jurassique supérieur.

Cette série va du Sénomien au Lias et à l'Infralias. Elle est accidentée par des glissements des strates les unes sur les autres à la manière des cartes d'un jeu de cartes et ces chevauchements, au Nord de la dépression de Riboux font disparaître par étirement certains termes de la série jurassique.

La série renversée du Baou de Bartagne est charriée comme l'a montré Marcel Bertrand sur un anticlinal appartenant à la série normale.

La série renversée du Baou de Bartagne est charriée sur un synclinal sénonien très redressé qui est la suite de celui du Plan d'Aups, dont M. Haug n'a jamais parlé et dont il paraît ignorer l'existence.

Il y a le long du chemin qui conduit des sources de Saint-Pons à Cuges deux barres de Bathonien supérieur séparées par une bande de Bathonien inférieur.

Il y a le long de ce chemin les divers termes de la série normale, très étirés à la base, Infralias, Lias, Bajocien, Bathonien reposant sur des calcaires bathoniens ou calloviens de la série renversée.

Les deux barres de Bathonien supérieur se retrouvent au Nord des moulins de Saint-Pons.

Les calcaires de Roqueforcade sont en continuité parfaite avec une barre rocheuse descendant du col de l'Espigoulette vers le fond du ravin.

Le flanc inverse du pli de Roqueforcade (de M. Haug) apparaît dans deux petites fenêtres sous le Lias charrié qui sépare le massif autochtone de la Lare du socle de la Sainte-Baume.

Au Nord de Riboux les dolomies kiméridgiennes et les calcaires bathoniens de la série renversée sont directement en contact avec le Trias.

Vers l'Ouest de Riboux le Trias ne tarde pas à disparaître.

Immédiatement à l'Ouest de Cuges, conformément aux tracés de la feuille de Marseille, le Bathonien supérieur se décolle de son substratum naturel et vient se mettre au Nord successivement en contact direct avec le Bajocien, le Lias moyen et supérieur et l'Hettangien.

Il n'y a pas de Bathonien renversé au Nord des moulins de Saint-Pons.

Les calcaires de Roqueforcade ne sont pas en continuité avec cette barre rocheuse. Elle ne descend pas d'ailleurs dans le fond du ravin. Elle est distincte de celle qui se voit près du dernier contour de la route et n'est pas formée de calcaires bathoniens mais bien de dolomies et de calcaires blancs du Jurassique supérieur.

Je n'ai jamais vu, dans cette zone, de fenêtres montrant des traces du flanc inverse mais des affleurements de Bathonien et de Bajocien pincés dans le synclinal de la nappe liasique.

Au nord de Riboux le Trias est douteux et en affleurements minuscules et l'Infralias, très développée par contre, loin de reposer directement sur les calcaires bathoniens et les dolomies de la série renversée, repose sur une série à peu près complète, comprenant, en tous cas, une bande de Lias bien caractérisée par ses fossiles et une bande très mince de Bajocien.

C'est à l'Ouest de Riboux que l'on commence à trouver sur le bord septentrional de la bande infraliasique quelques affleurements bien nets de Trias.

Immédiatement à l'Ouest de Cuges les tracés de la feuille de Marseille sont très défectueux. La colline à laquelle fait allusion M. Haug est en réalité fort complexe. Les bandes de Lias, de Bajocien et de Bathonien qui se développent au N.E. de Cuges, se poursuivent sur le flanc oriental de cette petite colline et sont recou-

Sur le tiers inférieur du chemin conduisant de la source de Saint-Pons au col de Cuges, l'Urgonien de la série renversée et le Bathonien calcaire de la nappe supérieure se trouvent en contact direct.

Une étroite bande de Lias, par places entièrement étirée, le sépare à la Coutronne des calcaires blancs tithoniques qui forment la retombée sud de la coupole de la Lare.

M. Haug a constaté la présence immédiatement au Sud du pointement de néphéline de Rougiers d'un affleurement permien représenté par des argiles rouges avec argilolithes de même couleur et de dolomies gris jaunâtre.

Les calcaires du Trias moyen forment dans la zone triasique de l'Huveaune des affleurements toujours limités par des contours fermés circulaires ou elliptiques. Ils correspondent à autant de dômes parfaitement réguliers et symétriques sur la périphérie desquels les couches sont souvent redressées jusqu'à la verticale.

vertes, sur le flanc sud, en transgression mécanique par des affleurements bien nets de marnes hauteriviennes et de calcaires urgoniens qui arrivent jusqu'à 300 m. du village.

La série renversée ne montre en ce point que l'Hauterivien qui forme une boucle parallèle à celle de l'Urgonien. C'est contre ces calcaires hauteriviens que l'on voit, aussitôt après la traversée des tufs de la source, les divers termes de la nappe normale, très étirée à la base, Infralias, Lias, Bajocien, Bathonien, etc.

La bande de Lias repose vers la Coutronne sur une longue bande sénonienne recouvrant en transgression les calcaires néocœmiens qui entourent en ce point la terminaison périclinale de la Lare.

Je n'ai jamais vu au Sud du pointement de Rougiers, que j'ai spécialement étudié il y a longtemps¹, d'autres argiles rouges que celles du Trias. Quant aux argilolithes, il y a en effet des roches qui rappellent les argilolithes accompagnées de dolomies gris jaunâtre mais ce sont celles qui contiennent la faune du Trias moyen que j'ai décrite.

Il y a dans la bande triasique de Roquevaire des affleurements nombreux de calcaires de couleur foncée accompagnés de dolomies noirâtres que l'on ne peut qu'avec doute attribuer au Muschelkalk. Ce sont des bandes continues et non d'innombrables petits dômes, mais ces affleurements d'épaisseur très variable, sont en général

1. C. R. Ac. Sc., séance du 17 avril 1899 et B.S.G.F., (3), XXVII, 1899, p. 311.

masqués par des éboulis énormes portant les cultures dans les vallons. Ceux-ci coïncident d'ailleurs avec les parties amincies des bandes anticlinales. Elles se montrent au contraire, avec leur plus grande épaisseur, dans les parties en saillie respectées par les érosions. J'ai fait le levé détaillé de ces bandes sur une carte à 1/25,000, agrandissement de la nouvelle carte à 1/50000, que le général Bourgeois a bien voulu mettre à notre disposition aussitôt que cela a été possible.

Dans sa dernière note à l'Académie des Sciences¹, M. Haug qui, précédemment, avait trouvé que l'examen seul de la carte suffisait pour voir que la série comprise entre Saint-Zacharie et N.-D.-d'Ornon est en place, a pu se rendre compte que cet examen n'était pas suffisant puisqu'il arrive maintenant à une conclusion toute différente. Il n'est en effet pas aussi facile qu'il le pensait de constater, ce qui est cependant la réalité, que cette série est bien constituée par des assises régulières comprenant des affleurements en bandes étroites et sinueuses, d'Infralias, de Lias, de Bajocien et de Bathonien recouverts par des calcaires très laminés de l'Oxfordien et du Séquanien. Mais ce qui est plus simple c'est de suivre la partie supérieure de cette série pour constater sa continuité certaine avec celle qui, quelques centaines de mètres à l'Est supporte, en concordance de stratification, les dolomies du massif autochtone de la Lare. L'accident qui interrompt brusquement la régularité des couches vers le Sud est un affaissement dont les preuves abondent et dont la description paraîtra dans un autre recueil.

Enfin M. Haug dit que le Trias sur lequel s'appuie normalement la série jurassique dans le ravin de Saint-Pons n'est pas en contact direct avec les terrains crétacés qui continuent vers le S.E. le socle de la Sainte-Baume, qu'il en est séparé dans le bas du ravin par une lame d'Hettangien vertical et plus haut par une bande de Bathonien fortement laminé. Il n'y a pas de Trias en contact avec le Bathonien fortement laminé de la série inverse dans le vallon de Saint-Pons.

1. C. R. Ac. Sc., t. CLVIII, séance du 2 février 1914.

Tels sont les points principaux qu'il est indispensable d'éclaircir avant de pousser plus avant toute discussion théorique. C'est en effet en prenant pour base le pli de Roqueforcade que M. Haug est arrivé de proche en proche à admettre, pour la zone charriée de Nans, un pli venu du Nord. Il y a donc un intérêt de premier ordre à ce que M. Haug veuille bien constater : 1° que l'anticlinal à charnière grandiose de Lias n'est qu'un pli de la base de la nappe de Roqueforcade au delà duquel vers l'Est l'Infralias après avoir enveloppé la lame bathonienne renversée, se relève nettement sur le Sénonien ; 2° que la charnière infraliasique n'est qu'un bombement de la nappe avant son relèvement sur le Crétacé ; 3° qu'il n'y a pas de Bathonien renversé au N. des moulins de Saint-Pons, etc. Ces constatations faites, l'existence du pli de Roqueforcade sera bien difficile à soutenir.

Dans sa dernière note sur la zone des collines jurassiques de Nans M. Haug écrit que cette bande jurassique qui s'étend depuis Roqueforcade, en passant par Nans, jusqu'à Rougiers est en recouvrement sur le Crétacé et qu'elle n'est pas interrompue au défilé de l'Huveaune. Ce dernier fait très important est présenté par ce savant, involontairement je n'en doute pas, de telle façon qu'il semble bien être le premier à l'avoir annoncé ; Le compte rendu très bref donné par la *Revue générale des Sciences pures et appliquées*² est en effet conçu de la manière suivante : M. Haug montre que la zone des collines jurassiques de Nans (Var) n'est pas interrompue au défilé de l'Huveaune comme le croyait Marcel Bertrand. *Or la continuité de cette bande est un des premiers faits que j'ai signalés dès 1911 dans le Compte Rendu des collaborateurs* et dans ma première note à l'Académie³. Il y a là une question de priorité que l'on m'excusera de relever.

Sans entrer dans le détail des objections que soulève l'hypothèse émise par notre éminent confrère, dans cette note je tiens à faire remarquer que le lambeau de la bande compris entre Nans et La Tuilière et qui devrait venir du Nord est exactement à l'Est de la zone terminale des plissements de l'Huveaune et qu'au Nord de ce lambeau il n'y a qu'une immense plaque de couches incontestablement en place et d'ailleurs à peu près

1. C. R. Ac. Sc., t. CLVIII, séance du 5 janvier 1914.

2. *Revue générale des Sciences*, 30 janvier 1914, p. 86.

3. *Loc. cit. ante*.

horizontales. En outre, le Lias, le Bajocien et le Bathonien en succession régulière entre la Coutronne et la Taulère sont loin de former un synclinal parfaitement symétrique. Ce synclinal montre sa charnière vers le Sud et son déversement, à la grande Bastide est nettement dans la direction du Nord. Il y a donc là une précieuse indication. De plus, je n'ai vu nulle part les faux anticlinaux ni les fenêtres dont parle M. Haug mais une nappe repliée en un synclinal assez couché par places, légèrement étiré vers son extrémité occidentale et accompagné vers le Sud d'affleurements complètement indépendants qui sont des lambeaux de recouvrement avec traces d'Infralias et peut-être de Trias à la base.

Enfin je ne puis pas davantage accepter l'argument qui s'appuie sur l'existence du bel anticlinal couché de Roqueforcade puisque mes observations développées dans les lignes précédentes m'ont montré jusqu'à l'évidence que cet anticlinal n'existe pas.

A ce propos je dois faire observer que notre savant confrère dit avoir reconnu¹ dans le flanc inverse de cet anticlinal les dolomies kiméridgiennes et les calcaires portlandiens. J'ai signalé depuis longtemps les dolomies et les calcaires blancs du Jurassique supérieur au col de l'Espigoulette et suis heureux que M. Haug ait vérifié en ce point l'exactitude de mes observations. Mais ces dolomies ne sont pas en rapport direct avec les calcaires bathoniens (?), injectés de calcite, que M. Haug a vus près du dernier contour de la route avant le col de Roqueforcade. Les choses sont bien plus complexes que cela et il y a, comme je l'ai dit précédemment, deux barres distinctes apparaissant sous la nappe infraliasique près de son relèvement sur le Crétacé à Hippurites qui se voit sans discussion possible un peu plus au Sud. Je répète que la charnière anticlinale grandiose que M. Haug a signalée dans le Lias n'est qu'un repli de cette nappe assez éloigné de son extrême limite orientale.

Il y aurait bien d'autres considérations à exposer mais je n'ai pas d'autre but que d'établir nettement l'état actuel du problème surtout en ce qui concerne les questions de faits. Dans un mémoire en préparation je donnerai toutes les précisions nécessaires.

Mais n'est-il pas étrange et un peu déconcertant de voir renaître, sous une forme nouvelle, la théorie du double pli de Glaris que l'on croyait bien définitivement condamnée après les

1. La zone des collines jurassiques de Nans, *loc. cit. ante*.

conclusions magistrales de Marcel Bertrand¹ et n'est-il pas plus curieux encore de voir que le même auteur qui s'est basé sur l'impossibilité de pareils phénomènes pour admettre la nappe de recouvrement des Bessillons propose aujourd'hui cette solution pour expliquer la structure de la Sainte-Baume.

1. Voir le Mémoire sur les refoulements qui ont plissé l'écorce terrestre et sur le rôle des déplacements horizontaux (1890) publié en 1908 par l'Académie et les mémoires subséquents.

ÉTAT ACTUEL DE LA CONTROVERSE TOUCHANT LA STRUCTURE GÉOLOGIQUE DE L'ÎLE D'ELBE

PAR **Pierre Termier**¹

MM. H. Arlt et Joh. Kœnigsberger² ont publié, il y a quelques mois, une courte note exposant les observations géologiques faites par eux, à l'île d'Elbe, au printemps de 1913. Ces observations confirment simplement celles que j'ai faites moi-même en 1909; mais, comme les conclusions des deux auteurs sont un peu plus timides que les miennes, et comme, d'autre part, la question de l'île d'Elbe est une des plus importantes parmi toutes celles de la tectonique méditerranéenne, je crois utile, prenant texte de cette communication, de revenir brièvement sur le problème elbain, de faire connaître l'état présent de la controverse et d'ajouter quelques réflexions personnelles.

On se rappelle que, pour moi, l'île d'Elbe est un *pays de nappes* et se compose de trois séries indépendantes, jetées, la deuxième sur la première, la troisième sur la deuxième et sur la première, et séparées par deux surfaces de charriage³. Voici, sommairement résumée, la composition de ces trois séries.

a) — *Série I, ou série profonde* : granite, gneiss, micaschistes, microgranite; Trias (?) formé de cargneules, de dolomies blanches, de marbres blancs, de schistes luisants vert clair; Nummulitique, comprenant les trois étages *e*⁴, *e*⁵, *e*⁶, de M. Lotti, c'est-à-dire un calcaire blanc à grandes Nummulites, des *macignos* ou psammites à *Fucoïdes*, enfin des schistes gris et un calcaire marneux appelé *alberese*. Au voisinage de la surface de charriage qui la surmonte, la série I est *mylonitisée* : le granite surtout, quelquefois aussi les gneiss, fréquemment le microgranite, sont transformés en des mylonites plus ou moins complètes; les calcaires sont concassés et broyés. Enfin, il n'est pas douteux que le

1. Note présentée à la séance du 2 mars 1914.

2. H. ARLT et J. KOENIGSBERGER. Ueber geologische Beobachtungen auf der Insel Elba, *Monatsberichte d. deutschen geolog. Gesellschaft.*, LXV, 6, 1913, p. 289-304.

3. PIERRE TERMIER. Sur la tectonique de l'île d'Elbe, *B. S. G. F.* (4), t. X, 1910, p. 134-160. — Voir aussi mes trois notes préliminaires publiées, en 1909, dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*.

microgranite ne se rattache au granite; et je crois, avec M. Lotti, que ces deux roches sont postérieures au Nummulitique.

b) — *Série II, ou série intermédiaire*: calcschistes micacés, marbres blancs rubanés, serpentine. Ce complexe est *identique* aux Schistes lustrés de la Corse orientale et à ceux de la Ligurie. C'est le faciès hautement métamorphique d'une vaste série compréhensive, faite surtout de terrains secondaires.

c) — *Série III, ou série haute*: Silurien, çà et là fossilifère (schistes à Graptolites); schistes paléozoïques d'âge indéterminé (Carbonifère?); Verrucano; Trias peu épais, fait de grès blancs et de cargneules, très différent du Trias hypothétique de la série I; Rhétien; Lias; enfin, *complexe ophiolitique* comprenant, avec beaucoup de roches vertes (euphotides, serpentines, diabases), les trois termes e^1 , e^2 , e^3 de M. Lotti. e^1 est un étage de schistes noirâtres et de calcaires marneux, à rares empreintes de *Fucoïdes*; e^2 est formé de jaspes et de phtanites à *Radiolaires*, intimement associés aux roches vertes; e^3 est un étage de calcaires très massifs, de couleur claire, blancs ou roses, habituellement sans fossiles.

Dans le Mémoire et sur la Carte de M. Lotti, le *complexe ophiolitique* (e^1 , e^2 , e^3) est rapporté à l'Eocène; et j'ai adopté moi-même, provisoirement, cette attribution dans mes Notes et mon Mémoire de 1909 et de 1910. Depuis lors, les belles recherches de M. Steinmann¹ sur les Radiolarites des Alpes et de l'Apennin, et, tout récemment, la découverte par M. Tilmann de *Calpionella alpina* LORENZ, dans les calcaires e^3 , entre les fortifications de Porto Ferrajo et la plage des Ghiaje, ne me permettent plus de croire à cet âge éocène. Les Radiolarites de l'île d'Elbe, avec les roches éruptives et intrusives qui les accompagnent, sont probablement du Jurassique moyen, ou du Jurassique supérieur. Les calcaires e^3 à *Calpionella alpina* sont, probablement, du Jurassique supérieur ou de l'Eocrétacé. Le terme e^1 est probablement du Dogger.

Mais ces changements dans la stratigraphie elbaine, bien que fort importants, n'ont pas de retentissement sur la tectonique. Aucun de mes arguments de 1909-1910 n'est touché. Les trois

1. G. STEINMANN, Ueber Tiefenabsätze des Oberjura im Apennin, *Geolog. Rundschau*, IV, 1913, p. 572-575. — Dans cette note, M. Steinmann emploie le nom d'*alberese* pour désigner les calcaires massifs, à *C. alpina*, superposés aux Radiolarites: au lieu que, à l'île d'Elbe, M. Lotti s'est servi du même mot pour désigner des calcaires marneux (e^3) tout différents et certainement nummulitiques. Le mot *alberese* est donc un peu dangereux, et mieux vaudrait ne plus s'en servir.

séries restent indépendantes; et les surfaces qui les séparent restent des surfaces de charriage.

On se souvient encore de la vive opposition que souleva, en Italie, ma théorie de l'île d'Elbe. A la suite de la Réunion de la Société géologique italienne à Porto Ferrajo au mois de septembre de 1910, mes conclusions furent attaquées, successivement, par MM. B. Lotti¹, V. Novarese² et P. Aloisi³. Je répondis⁴ à M. Lotti ici même; puis, à mes deux autres contradicteurs, dans une note aux *Comptes Rendus de l'Académie*. Quelques mois plus tard, ayant communiqué à M. Aloisi des échantillons de mylonites de l'île d'Elbe, je reçus de lui une lettre fort aimable où cet excellent minéralogiste me disait avoir retrouvé mes roches écrasées, et ne plus douter de l'importance des écrasements autour de Porto Longone. M. Aloisi m'envoyait, en même temps, quelques échantillons de mylonites, qui sont maintenant parmi les plus beaux de ma collection. Les choses en étaient là quand parut, en juillet 1913, la note de MM. Arlt et Kœnigsberger.

Les observations des savants allemands ont porté sur quatre endroits de l'île d'Elbe, tous quatre situés dans la région orientale de l'île, celle qui est intéressante pour le tectonicien: les environs de Terranera, au N.E. de Porto Longone; le vallon inférieur d'Ortano; le versant montagneux à l'E. de Mar di Carvisi, entre Casa Perna et C. Ciollini; enfin le Monte Fabbrello.

Près de Terranera, MM. Arlt et Kœnigsberger ont étudié le contact du Silurien et du granite. Le granite est transformé en mylonite; et, sur une vingtaine de mètres d'épaisseur, à partir du contact, c'est une mylonite très complète, d'où le caractère granitique a disparu. Près de la surface de contact, il y a mélange mécanique du Silurien et de la mylonite; et les auteurs donnent une photographie où l'on voit des blocs de mylonite enveloppés par les schistes siluriens. Cette surface est presque horizontale. Le charriage n'est pas contestable.

Dans le vallon d'Ortano, non loin de la mer, les auteurs ont constaté deux choses: d'abord, les prétendus gneiss de la Carte

1. B. LOTTI. La riunione della Soc. geolog. italiana à Porto Ferrajo e l'ipotesi del Termier sulla tettonica dell'isola d'Elba. *Bollett. del R. Comit. geol.*, t. XLI, 1910, fasc. 3.

2. V. NOVARESE. Il presunto piano milonitico dell'isola d'Elba. *Ibidem*.

3. P. ALOISI. Le così dette miloniti dell'isola d'Elba. *Atti della Soc. toscana di Sc. naturali*, Pisa; Mém., t. XXVII, 1910.

4. PIERRE TERMIER. Réponse à une note récente de M. B. Lotti sur la tectonique de l'île d'Elbe. *Compte rendu somm. de la S. G. F.*, 1911, p. 24. — Sur les mylonites de l'île d'Elbe, *C.R. Ac. Sc.*, t. CLII, p. 826, mars 1911.

de M. Lotti sont des mylonites ; ensuite, des schistes cristallins et des marbres métamorphiques s'intercalent entre ces mylonites et les schistes siluriens, charriés, qui les surmontent. Les schistes cristallins et les marbres en question (*pr*³ et *pr*⁴ de M. Lotti) sont mes Schistes lustrés, c'est-à-dire ma série II. Mais les géologues allemands ont été frappés de l'analogie d'aspect (au métamorphisme près) de ces schistes et de ces marbres avec l'Éocène, non métamorphique, de la région occidentale de l'île ; et ils se demandent si ce sont bien là des Schistes lustrés, et s'il y a vraiment une série II, indépendante de la série profonde.

Entre Casa Perna et C. Ciollini, les auteurs ont observé tous les passages entre le granite intact, offrant le type classique du granite elbain, et diverses variétés de mylonites, les unes schisteuses et ressemblant à des micaschistes, les autres compactes, de couleur verte et presque méconnaissables. Ils ont vu aussi, sur la hauteur, le contact, avec écrasement et laminage, du Nummulitique e⁶ et du complexe ophiolitique.

Enfin, au Monte Fabbrello, les géologues allemands ont trouvé que beaucoup des phénomènes signalés par moi sont maintenant difficilement observables, en raison du développement de la végétation. Ils ont vu cependant, en partant de la C. Marchetti, d'abord un peu de mylonite, puis le Silurien, qui leur a paru « fortement comprimé avec de l'Éocène », puis une lentille de serpentine intercalée dans ce « contact anormal ». Les relations tectoniques leur ont semblé incertaines. Je rappelle que le Monte Fabbrello est, à mes yeux, le point le plus important de l'île d'Elbe ; que le Silurien y repose sur une lentille, écrasée et amincie¹ de Schistes lustrés et de serpentine, reposant elle-même sur l'Éocène (alberese), ou sur des mylonites de granite ou de microgranite. Les Schistes lustrés sont observables en un point, sur le versant oriental de la petite montagne : ce sont des micaschistes, avec des intercalations de marbre ferrugineux. Plus loin vers le Nord, ils sont remplacés par une nouvelle lentille de serpentine. Dans la Valdana, au Sud du Monte Fabbrello, *les relations tectoniques demeurent les mêmes* ; existence de mylonites sous le Silurien ; naissance dans le contact anormal, d'une nouvelle lentille, rapidement élargie jusqu'à plusieurs centaines de mètres, de Schistes lustrés, de marbre et de serpentine. La Valdana et le Monte Fabbrello s'éclairent mutuellement et se complètent : et il n'y a pas, pour moi, de tectonique plus évidente.

1. Amincie parfois jusqu'à n'avoir plus que quelques centimètres d'épaisseur.

MM. Arlt et Kœnigsberger concluent ainsi qu'il suit. « Nos observations confirment absolument, d'une façon générale, celles de Termier, en temps que ces dernières établissent la certitude de l'existence de charriages sur l'île d'Elbe. On peut même tirer, si l'on veut, des quatre profils décrits par nous, une confirmation complète de la théorie de Termier. Car le profil du vallon d'Ortano montre, comme le veut Termier, la présence, entre la mylonite basale et le Silurien charrié de sa nappe III, d'une zone de calcaires métamorphiques et de schistes avec roches vertes (Schistes lustrés de la nappe II). Le profil Casa Perna-Casa Ciollini se laisse identifier avec le profil, dessiné par Termier, du Monte Castello, par lequel il est établi que la nappe III repose, en couverture, sur la nappe I et que la région, au centre de l'île, entre Monte Fabbrello et Monte Castello, est une fenêtre. Enfin l'on peut — malgré l'imperfection des affleurements — interpréter le profil du Monte Fabbrello comme une superposition tectonique du Silurien à la mylonite, avec intercalation de lentilles de Schistes lustrés. Cependant, nous ne voulons pas encore aller jusqu'à une acceptation aussi complète de la théorie de Termier ; et nous devons insister sur l'impression ressentie par nous dans la visite du vallon d'Ortano, impression que les schistes cristallins, sur le Silurien charrié, pourraient être de l'Éocène métamorphique..... Notre manière de voir a, sur celle de Termier, l'avantage d'apporter une simplification, puisque nous nous contentons ici d'un seul chevauchement et que nous n'avons pas besoin de deux nappes. »

Un peu plus loin, les auteurs allemands nous font connaître qu'il y a, entre eux, une certaine divergence de vues. M. Arlt ne se résout pas à considérer comme démontré le charriage du Monte Castello et de toute la région est de l'île sur les mylonites du substratum. L'absence complète de tout phénomène d'écrasement dans la région occidentale, à partir d'une ligne allant de Porto Ferrajo au golfe de l'Acona, lui paraît constituer une objection grave contre l'hypothèse du charriage général. Il répugne aussi à accepter le rapprochement, par charriage, des deux faciès de l'Éocène ; mais cette deuxième objection tombe, si l'on admet que les étages e^1 , e^2 , e^3 de M. Lotti sont du Secondaire, et que, seuls, les étages e^4 , e^5 , e^6 appartiennent au Nummulitique.

Par contre, M. Kœnigsberger ne fait aucune difficulté d'admettre que la région du Monte Capanne (à l'W. de l'île) ait pu se mouvoir d'un mouvement d'ensemble et sans s'écraser. Il rappelle que, en Scandinavie, on voit le granite charrié sur un substratum de Silurien, et que les mylonites sont à la base de la nappe gra-

nitique, le substratum étant lui-même peu modifié. A l'île d'Elbe, le Silurien est sur le granite ; et les mylonites sont dans le substratum ¹. Cela semble indiquer que c'est le substratum granitique qui s'est mû, souterrainement, sous le Silurien immobile. — Cette conception est identique à la mienne, mais j'y suis arrivé par de tout autres considérations.

Les auteurs se réunissent de nouveau pour conclure définitivement. « Le résultat de nos observations sur l'île d'Elbe se résume brièvement en ceci, que, en dépit de maintes incertitudes sur la nature de certains détails et de certains complexes de roches plus importants, la structure tectonique de cette île doit, contrairement à l'opinion des géologues italiens, être expliquée par des mouvements horizontaux, comme dans d'autres chaînes plissées de type alpin ».

Cette conclusion me suffit, et je ne doute plus maintenant d'avoir vu juste. En vérité, l'école française peut ranger l'explication de la structure de l'île d'Elbe au nombre de ses victoires. L'accord entre mes collègues d'Allemagne et moi serait certainement complet, s'ils avaient vu, après l'île d'Elbe, la Corse orientale et la Ligurie. Je n'ai bien compris la Corse orientale qu'après avoir visité l'île d'Elbe ; Corse orientale et île d'Elbe m'ont fait prévoir ce que je trouverais, et ce que j'ai effectivement trouvé, en Ligurie. Ces trois pays sont inséparables, tectoniquement parlant : et toute théorie sur la structure de l'un d'eux doit expliquer aussi les deux autres. Pour rendre compte de tous les faits, dans les trois pays, je n'arrive pas à imaginer d'autre théorie que celle que j'ai proposée. Si l'on en trouve une autre, plus satisfaisante, je m'y rallierai volontiers.

En tout cas — que la série I de l'île d'Elbe représente, ou non, le pays dinarique s'avançant, souterrainement, sous le pays des Schistes lustrés et sous le massif corso-sarde —, il y a bien, à l'île d'Elbe, trois éléments tectoniques distincts, séparés par deux surfaces de charriage. Cela, c'est, pour moi, un fait démontré. Aucun géologue connaissant les Schistes lustrés n'hésitera à les reconnaître dans les terrains cristallins des collines qui dominent, à l'Ouest, la Valdana, et dans ceux des pentes qui descendent vers le vallon d'Ortano, ou vers la côte au Sud de Rio Marina.

1. M. Koenigsberger voit, dans l'Est de l'île d'Elbe, beaucoup plus de mylonites que je n'en ai vu moi-même. Pour lui, les gneiss et micaschistes de la Calamita ne sont que mylonites. Il est bien possible que certaines roches, d'apparence gneissique, de la base de la montagne, soient du granite laminé. Mais, dans la partie haute de la péninsule, ces roches font place à d'incontestables micaschistes ; et cet étage micaschisteux a, tout au moins, 500 mètres d'épaisseur.

Je ne sais si je m'abuse, mais il me semble que les seules difficultés géologiques subsistant encore, à l'île d'Elbe, sont des difficultés de stratigraphie. Age réel des étages e^1 , e^2 , e^3 de M. Lotti ; âge *précis* des macignos e^5 , de l'alberese e^6 , du calcaire e^4 à grandes Nummulites ; âge des terrains métamorphiques de l'Ouest de l'île, et des *roches vertes* que ces terrains contiennent : voilà les questions à l'ordre du jour. Quelles que soient les réponses que leur donneront, prochainement j'espère, les géologues italiens, la tectonique de l'île d'Elbe ne changera pas dans ses grandes lignes : et je crois même qu'elle ne changera pas du tout.

Sur un seul point — qui ne touche pas non plus à la tectonique — je voudrais, en terminant, apporter comme un *erratum* à mon Mémoire de 1910. Il s'agit des *roches vertes* de la série I. L'Éocène de cette série — ai-je dit — ne renferme pas de roches vertes, habituellement ; cependant, cette absence n'est pas absolue. Il y a un affleurement de serpentine à la sortie de Capoliveri, sur le chemin de la Calamita, et cette serpentine paraît intercalée entre les cargneules (Trias ?) et l'Éocène. De même, un des deux îlots Gemini, entre l'Innamorata et la Calamita, est formé de serpentine et de diabase et ces roches vertes semblent reposer sur le Trias qui constitue l'autre îlot.

Je suis aujourd'hui porté à croire que les deux lambeaux de roches vertes en question n'appartiennent pas à l'Éocène de la série I, mais représentent, dans cette série, des lambeaux lenticulaires d'un étage mésozoïque à roches vertes, probablement jurassique. Cet étage mésozoïque à roches vertes serait celui-là même qui, dans l'Ouest de l'île, autour du Monte Capanna, aurait été métamorphisé par le granite.

De la sorte, dans les trois séries de l'île d'Elbe, les roches éruptives basiques seraient à peu près du même âge, et d'âge secondaire. La présence de ces roches éruptives basiques, d'âge secondaire, est, en tout cas, le seul caractère commun aux trois séries.

CONTRIBUTIONS A L'ÉTUDE DES BRYOZOAIRES FOSSILES¹PAR F. Canu ².

PLANCHE IV.

XIV. — Bryozoaires du Stampien.

Les matériaux de cette faunule m'ont été communiqués par M. Hardouin au Laboratoire de Paléontologie du Muséum. Il les a patiemment recueillis dans les marnes à Huîtres de Fresnes-les-Rungis. La carrière est malheureusement comblée maintenant.

ELECTRA MONOSTACHYS BUSK, 1853.

PL. IV, fig. 1.

1859. *Membranipora monostachys* BUSK. A Monograph of the Fossil Polyzoa of the Crag. *Palæontographical Society*, XIV, p. 31, pl. II, fig. 2.

1880. *Membranipora monostachys* HINCKS. A History of the British marine Polyzoa, p. 131, pl. XVII, fig. 3, 4, pl. XVIII, fig. 1-4.

Cette espèce n'est jamais abondante dans une localité et il est difficile d'en connaître exactement les variations. Les figurations sont si différentes qu'il est souvent difficile de les rapprocher. Aussi je crois préférable de ne citer ici que la synonymie qui me paraît indiscutable et se rapportant rigoureusement à nos spécimens.

Sur notre figure, on peut remarquer : 1° des zoécies normales ; 2° des zoécies à double cadre qui ont subi la régénération totale ; 3° des zoécies borgnes, à l'intérieur desquelles il y a une convexité calcaire perforée d'un pore circulaire et dont la nature nous est inconnue.

Cette espèce est remarquable par son aspect dendroïde et ses rameaux linéaires formés de 1-5 rangées de zoécies.

Localité. — Stampien de Fresnes-les-Rungis, sur les Huîtres.

1. Note présentée dans la séance du 2 mars 1914.

2. Voir *B.S.G.F.*, (4), II, 1902, p. 10 ; III, 1903, p. 649 ; XIII, 1913, p. 124 ; XIII, 1913, p. 266.

Distribution géologique. — Cette forme particulière n'a été observée que dans le Plaisancien d'Angleterre.

Habitat. — Côtes de France et d'Angleterre, principalement à l'embouchure des fleuves et des rivières.

ELECTRA CONCATENATA REUSS, 1864.

PL. IV, fig. 2.

1864. *Membranipora concatenata* REUSS. Zur fauna des deutschen Oberoligocäns, *Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften*, Wien, I, p. 630 (sep. 17), pl. XI, fig. 11.
1866. *Membranipora concatenata* REUSS. Die Bryozoen des deutschen Septarienthones. *Denkschriften der k. Akademie der Wissenschaften*, Wien, XXV, p. 170, pl. VII, fig. 16.
1906. *Membranipora concatenata* F. CANU. Bryozoaires fossiles des Terrains du Sud-Ouest de la France. *B. S. G. F.*, (4), VI, p. 311, pl. XII, fig. 3.

Les mesures micrométriques de cette espèce sont très voisines de celles de *Electra monostachys* BUSK. Elle s'en distingue par la réduction de son gymnocyste¹, par son zoarium non dendroïde et par ses zoécies disposées en quinconce.

Localité. — Stampien de Fresnes-les-Rungis, sur les Huîtres.

Distribution géologique. — Stampien et Aquitanien d'Allemagne (Reuss). Aquitanien de la Gironde (Canu). Caractéristique de l'Oligocène.

CRIBRILINA PUNCTURATA BUSK, 1859.

PL. IV, fig. 3.

1859. *Lepralia puncturata* BUSK. A Monograph of the Fossil Polyzoa of the Crag. *Palæontographical Society*, XIV, p. 41, pl. VI, fig. 2.

Sur les zoécies ovicellées, l'ouverture visible n'est pas la vraie ; l'apertura (fermée par l'opercule) est cachée au fond d'une pseudo-péristomie formée par le bord proximal de l'ovicelle et par le mucron oral. Le péristome, un peu saillant, est lisse et porte deux épines distales et deux petits avicellaires latéraux. L'ovicelle, globuleuse et lisse, est hyperstomiale et couchée sur la zoécie distale ; elle s'ouvre dans la pseudo-péristomie au-dessus

1. Levensen appelle gymnocyste la partie zoéciale qui n'est jamais recouverte par un ectocyste membraneux. Sur les fossiles membranipores, c'est généralement la partie convexe placée sous l'opésie.

de l'opercule ; cette disposition facilite le passage des œufs à l'époque des pontes.

Cette espèce est peut-être le *Lepralia calomorpha* REUSS (Septarienthones, *loc. cit.*, pl. XI, fig. 10), lequel, d'après la figure, porte des ponctuations intercostales plus nombreuses (5, 6 au lieu de 3, 4) et des avicellaires péristomiques moins relevés verticalement. Dans la manière de figurer de Reuss l'identification serait possible.

Localité. — Stampien de Fresnes-les-Rungis, sur les Huîtres.

Distribution géologique. Plaisancien d'Angleterre (Busk).

MUCRONELLA (?) *HORNESI* REUSS, 1864.

PL. IV, fig. 4.

1864. *Lepralia Hörnesi* REUSS. Zur Fauna des deutschen Oberoligocäns. *Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften*. Wien, L, p. 633, pl. XIII, fig. 5.
1908. *Mucronella Hornesi* F. CANU. Bryozoaires des Terrains tertiaires des environs de Paris. *Annales de Paléontologie*, III, p. 92, pl. X, fig. 16 (Bibliographie et historique).

Le péristome porté huit épines. La frontale est lisse. Latéralement, il y a une rangée de très petits pores origelliens triangulaires. Ces derniers peuvent grossir et former de petites costules interorigelliennes, comme je l'ai démontré en 1908.

Les spécimens assez nombreux ne m'ont pas donné d'ovicelles. Toutes les colonies sont disposées autour de leur ancestrule et jamais complètement développées. Il est probable que les larves venaient de la haute mer et que les zoaria ne trouvaient pas sur les Huîtres un milieu suffisamment favorable.

L'ancestrule paraît être membraniporoïde et entourée d'épines. Elle est très fragile.

Localité. — Stampien de Fresnes-les-Rungis, sur les huîtres.

Distribution géologique. — Yprésien et Lutétien d'Angleterre (Gregory). Lutétien de Bavière (Kochinsky) et des environs de Paris (Canu). Sannoisien d'Allemagne (F. Roemer). Stampien et Aquitaniens d'Allemagne (Reuss).

HIPPOPORINA HARDOUNI n. sp.

PL. IV, fig. 7, 8, 9.

Diagnose. — Zoarium encroûtant. Zoécies allongées, distinctes, séparées par un très mince filet ; frontale (olocyste) finement

poreuse. Apertura orbiculaire formée par un anter semilunaire et par un poster un peu concave séparés par deux cardelles très petites. Ovicelle hyperstomiale s'ouvrant au-dessus de l'apertura, de même nature que la frontale.

Affinités. — Cette espèce se rapproche un peu du *Lepralia fistulosa* KOSCHINSKY qui porte une frontale lisse et des pores origelliens latéraux.

Les variations zoéciales sont assez considérables. Nous figurons trois aspects différents.

PORELLA EXCENTRICA REUSS, 1864. var. *rarecostulata*.

Pl. IV, 5, 6.

1864. *Lepralia excentrica* REUSS. Zur fauna des deutschen Oberoligocäns. *Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften*, Wien, L, p. 641 (sep. 28), pl. xv, fig. 4.
1866. *Lepralia excentrica* REUSS. Die Bryozoen des deutschen Septarienthones. *Denkschriften der k. Akademie der Wissenschaften*, Wien, XXV, p. 178 (sep. 59), pl. VIII, fig. 2.
1869. *Lepralia excentrica* REUSS, Paläontologische Studien über die älteren Tertiärschichten der Alpen. *Denkschriften der k. Akademie der Wissenschaften*, Wien, XXIX, p. 236 (sep. 44).
1885. *Umbonula excentrica* KOSCHINSKY. Ein Beitrag zur Kenntnis der Bryozoenfauna der älteren Tertiärschichten des südlichen Bayerns. *Paleontographica*, XXXII, p. 58.
1891. *Lepralia excentrica* WATERS. North-Italian Bryozoa. *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, XLVII p. 20.

Cette espèce est un *Porella* typique. L'ovicelle est hyperstomiale et s'ouvre dans la péristomie au-dessus de l'apertura. L'avicellaire est très saillant; son orifice est tourné du côté de la péristomie, mais au-dessus. La frontale est ornée de costules interorigelliennes rayonnantes dirigées vers l'avicellaire médian et séparées à leur base par des pores origelliens triangulaires.

Ces costules interorigelliennes sont beaucoup plus nombreuses dans l'espèce, qui en porte dix de chaque côté. Dans cette variété, il n'y en a que cinq. Ces variations frontales ne sont pas d'ordre spécifique car elles sont très inconstantes sur un même zoarium. Je considère ces spécimens comme appartenant à une variété *rarecostulata*.

Le mode de calcification des Bryozoaires est assez peu connu. L'endocyste sécrète (par ses bourgeons) un squelette calcaire qui se développe à l'abri d'un ectocyste chitineux : c'est l'olocyste. Au-dessus de lui, une seconde couche calcaire se développe

souvent ; elle est sécrétée toujours par l'endocyste, mais par des origelles distinctes et plus grosses. Quand ces dernières sont placées sur la frontale, elles laissent des perforations sur l'olocyste et construisent une deuxième couche : un trémocyste tubuleux. Quand ces dernières sont latérales, elles construisent une deuxième couche, un pleuromocyste compactement séparé de l'olocyste. C'est précisément le cas des *Porella*. Les pores origelliens latéraux sont donc les origines endocystales de ce pleuromocyste. La coalescence des origelles latérales forme l'avicellaire médian. Les espaces intercostulaires marquent la place des bourgeons ou origelles qui déposent le calcaire. Ces phénomènes peuvent être observés sur les spécimens vivants.

Les rapports entre le trémocyste et l'olocyste sont soumis à des modalités très variées dans les Cheilostomes, modalités qui seront expliquées dans un travail ultérieur.

Localité. — Stampien de Fresnes-les-Rungis, sur les Huîtres.

Distribution géologique. — Priabonien du Vicentin (Reuss, Waters), Stampien et Aquitanien d'Allemagne (Reuss).

SCHIZOPORELLA UNICORNIS JOHNSTON, 1847.

1908. *Schizoporella unicornis* F. CANU. Bryozoaires des Terrains tertiaires des environs de Paris. *Annales de Paléontologie*, III, p. 86. (Bibliographie paléontologique, distribution géologique).

Cette espèce robuste a jadis été trouvée dans le même étage à Montmartre. Ici, elle n'est pas rare. J'aurai bientôt l'occasion de la figurer à nouveau et de compléter la bibliographie.

Localité. — Stampien de Fresnes-les-Rungis, sur les Huîtres.

Distribution géologique. — Cette espèce est très cosmopolite. On la trouve dans tous les terrains de l'Europe occidentale à partir du Priabonien et même dans le Miocène des États-Unis.

Habitat. — Cosmopolite dans tout l'hémisphère nord. Elle est littorale et côtière. Elle abonde partout à partir de 15 mètres de profondeur.

BERENICEA SUBORBICULARIS HINCKS, 1880.

1909. *Diastopora suborbicularis* F. CANU. Bryozoaires des Terrains tertiaires des environs de Paris. *Annales de Paléontologie*, IV, p. 110, pl. XIII, fig. 1-4 (Bibliographie).

1912. *Berenicea suborbicularis* F. CANU. Bryozoaires helvétiques de l'Égypte. *Mémoires de l'Institut égyptien*, VI, p. 223, pl. XIII (IV), fig. 10, 11 (Bibliographie, Distribution géologique).

Localité. — Stampien de Fresnes-les-Rungis, sur les Huîtres. Un seul spécimen.

Distribution géologique. — Cette espèce qui avait été signalée dans le Lutécien (Canu) et dans le Priabonien (Waters) n'avait pas encore été trouvée dans l'Oligocène, ce qui pouvait faire douter des déterminations. Sa présence dans le Stampien n'est donc pas extraordinaire.

Habitat. — Cosmopolite dans les deux hémisphères, dans l'Atlantique et le Pacifique, de 4 à 180 mètres.

Considérations générales.

Nous avons trouvé trois espèces actuelles. Elles nous permettent de déterminer les conditions bathymétriques du dépôt. Les marnes à Huîtres de Fresnes-les-Rungis paraissent s'être déposées par 20 ou 25 mètres d'eau au voisinage d'estuaires de petits cours d'eau.

Les eaux peu salées et les limons sont défavorables au développement des Bryozoaires.

RECHERCHES GÉOLOGIQUES EN ÉPIRE MÉRIDIONALE

PAR Carl Renz¹.

L'auteur vient d'étudier la tectonique et la stratigraphie de l'Épire méridionale, c'est-à-dire la contrée limitée par la Mer Ionienne et les fleuves Kalamas et Vyros. Cette région était jusqu'à présent presque inconnue.

L'Épire méridionale est traversée par trois traînées méridiennes de Flysch, c'est-à-dire :

- 1° la zone de Margariti ;
- 2° la zone de Paramythia ;
- 3° la zone de Derwitzana.

Entre ces bandes de Flysch s'élèvent des chaînes calcaires allongées, en forme de plis renversés vers l'Ouest.

Les flancs orientaux de ces plis anticlinaux sont formés par des couches en superposition régulière. Les flancs renversés sont parfois normaux, parfois déchirés ou réduits en lambeaux, dûs à l'inégalité du refoulement latéral. Les chaînes épirotes montrent donc une structure imbriquée.

Les plis sont composés des sédiments de toutes les formations à partir du Flysch éocène jusqu'au Dachsteinkalk supatriasique, qui forme les noyaux anticlinaux.

Le Trias, le Jurassique, le Crétacé et l'Éocène montrent le développement suivant :

Au Trias règnent des calcaires du faciès du Dachsteinkalk et des dolomies. Ce faciès calcaire monte jusqu'au toit du Charmouthien. Les équivalents triasiques contiennent des Gyroporelles et des Polypiers ; les équivalents jurassiques surtout des Brachiopodes.

Cette puissante masse calcaire, excessivement répandue en Épire, est surmontée en concordance par le Toarcien.

Le Toarcien se distingue par sa richesse en fossiles. Il s'agit des calcaires argileux et noduleux et des marnes d'une couleur rouge, jaunâtre ou grisâtre à Ammonites, accompagnés de *Posidonia Bronni* VOLTZ. Un autre faciès équivalent est représenté par des schistes variés principalement Posidonifères (*Posidonia Bronni* VOLTZ). Par endroits apparaît dans ce faciès en outre *Pseudomonotis* aff. *substriata* MUNSTER.

1. Note présentée à la séance du 16 mars 1914.

Les zones suivantes non encore caractérisées au point de vue paléontologique sont formées de calcaires lités alternant souvent avec des plaquettes siliceuses.

Au-dessus vient une nouvelle série de schistes et de silex à Posidonies, c'est-à-dire à *Posidonia Buchi* ROEMER et à *Posidonia alpina* GRAS.

A Corfou et sur le littoral épirote en face de cette île, le mur calcaire et ammonitifère de ce système siliceux représente la zone à *Stephanoceras Humphriesianum*.

Cette suite de couches siliceuses, dont la partie inférieure contient les Posidonies, passe à une série complexe de silex, de calcaires en plaquettes et de schistes ou calchistes, réunies en alternance. Cet ensemble se retrouve avec des caractères identiques dans toute la zone ionienne. Ce système complexe, appelé Viglaeskalk, et représentant le Jurassique supérieur et l'Infra-crétacé, est couronné par les calcaires à Rudistes. Il est difficile, sinon impossible, de tracer des divisions stratigraphiques dans ce groupe de Viglaeskalk à cause de l'absence de fossiles. Ce n'est que dans les équivalents suprajurassiques, que paraissent des *Aptychus* et des empreintes d'Ammonites indéterminables.

Les calcaires à Rudistes sont surmontés immédiatement par les calcaires lités, plus minces, à Nummulites et à Alvéolines, qui forment la base d'un système complexe de grès et de schistes argileux, connu sous le nom de Flysch.

Entre le faciès flysch et le néogène il y a une discordance très remarquable ; la série préneogène est fortement plissée, comme je l'ai déjà mentionné.

Le noyau du pli à l'Ouest de la zone de Flysch de Margariti est formé par des calcaires du Dachstein.

Au flanc oriental de ce pli, toute la série sédimentaire décrite ci-dessus est conservée complètement, et recouverte en concordance par le Flysch de la zone de Margariti. La région côtière à l'Ouest de cette chaîne de Dachsteinkalke, c'est-à-dire la zone de failles de la côte ionienne est très compliquée et très déchiquetée.

Au flanc oriental se trouvent de nombreux dépôts fossilifères du Toarcien et du Dogger. Des calcaires noduleux et des marnes rouges à Ammonites toarciennes furent rencontrés dans les localités suivantes :

1° Près de Dobrad ;

2° à l'Ouest-Sud de Smokowina ;

3° à l'Ouest de Margariti (au N.W. de Liwadari). Les silex à Posidonies du Dogger affleurent près de Dobrad, à l'Ouest de Mazaraki, au Sud-Ouest de Smokowina et à l'Ouest de Margariti.

Le pli renversé, entre les traînées de Flysch de Margariti et de Paramythia, se compose de sédiments identiques. Des gisements importants fossilifères du Toarcien et du Dogger se trouvent sur son flanc oriental ainsi que sur son flanc renversé ; celui-ci se voit entre Mazaraki et Paramythia tandis qu'il manque dans la contrée de Margariti, où les calcaires supra triasiques ou infra liasiques (Dachstein Kalkeioniennes) sont refoulés immédiatement sur le Flysch. Au Sud de Margariti se trouvent cependant des lambeaux des couches renversées entre autres des silex à Posidonies du Dogger.

Des calcaires rouges noduleux et argileux et des marnes rouges très riches en Ammonites toarciennes ont été rencontrés entre Kresta et Kaïtsa, surtout au col à l'Est de Kaïtsa et à l'Est de Dragani et au-dessus de Karbunari. Parmi les Ammonites toarciennes des deux plis occidentaux, nous citerons :

<i>Hildoceras bifrons</i> BRUG.	<i>Grammoceras striatulum</i> SOW.
<i>Hildoceras Mercati</i> HAUER.	<i>Coeloceras annulatum</i> SOW.
<i>Hildoceras quadratum</i> HAUG.	<i>Coeloceras crassum</i> PHIL.
<i>Hildoceras Bayani</i> DUM.	<i>Coeloceras Desplacei</i> ORB.
<i>Hildoceras comense</i> BUCH.	<i>Coeloceras anguinum</i> REIN.
<i>Hildoceras Lilli</i> HAUER.	<i>Coeloceras subarmatum</i> YOUNG et BIRD.
<i>Hildoceras Tirolense</i> HAUER.	<i>Coeloceras Linae</i> PARISCH et VIALE.
<i>Hildoceras Levisoni</i> SIMPS.	<i>Coeloceras aculeata</i> PARISCH et VIALE.
<i>Hildoceras serpentinum</i> REIN.	<i>Coeloceras gemma</i> BONAR.
<i>Hildoceras boreale</i> Seebach.	<i>Phylloceras Nilssoni</i> HÉBERT.
<i>Hildoceras Chelussii</i> PARISCH et VIALE.	<i>Phylloceras heterophyllum</i> SOW.
<i>Haugia variabilis</i> ORB.	<i>Lytoceras rubescens</i> DUM.
<i>Polyplectus discoides</i> ZIETEN.	<i>Lytoceras cornucopia</i> YOUNG et BIRD.
<i>Harpoceras subplanatum</i> OPPEL.	<i>Lytoceras dorcade</i> MENEGH.
	<i>Lytoceras sepositum</i> MENEGH.

Les silex à *Posidonia Buchi* et à *Posidonia alpina* sont également très répandus dans les mêmes zones. Les couches, stratigraphiquement analogues, mais en succession renversée se retrouvent dans la zone Ramada-Kurtesi, c'est-à-dire au flanc médian de ce pli renversé.

Sur la bordure occidentale de la zone de Flysch de Paramythia, les calcaires nummulitiques du flanc oriental du même pli sont inclinés vers la plaine de Paramythia.

De l'autre côté de cette plaine, les Dachsteinkalke des montagnes de Suli, de la chaîne Kurila et Chionistra sont refoulés sur le Flysch de Paramythia. Au col de Seliani, ce même Flysch recouvre en concordance les calcaires nummulitiques du Tschupan.

Les Dachsteinkalke de cette troisième traînée calcaire longitu-

dinale, constituée par de longues murailles montagneuses entre les sillons longitudinaux de Flysch de Paramythia et de Derwitzana, sont surmontés, au flanc oriental de ce pli, par la série sédimentaire normale jusqu'au calcaire nummulitique avec un pendage général vers l'Est ou le Nord-Est. La zone du calcaire à Nummulites est recouverte en concordance par le Flysch de la zone de Derwitzana.

Parmi les affleurements du Toarcien et du Dogger fossilifères il faut mentionner les schistes et les silex à *Posidonia Bronni* VOLTZ rencontrés dans les localités suivantes :

- 1) Au-dessous de Samonida, défilé d'Acheron ;
- 2) dans la zone Glawitza-Kuklés, — col à l'Ouest de Chawo — N.W. de Popowo — N.E. de Levtherochorio — en aval de Labnitza ;
- 3) dans la zone entre Tsangari et Koristiani ;
- 4) à l'Est de H. Paraskewi (Chionistra), de Liwadi jusqu'à l'Ouest de Labnitza.

Dans cette dernière zone se rencontrent en outre d'autres bivalves voisins de *Pseudomonotis substriata*.

Les bandes 3 et 4 sont des étages, qui se répètent par suite de dislocations tectoniques.

Les silex à Posidonies du Dogger se trouvent à un niveau un peu plus haut des mêmes zones et localités. Un affleurement de ces dernières couches fut rencontré également près de Vrysi-Tsangari.

Le massif Olytzika y compris son sommet est formé en majeure partie par des Dachsteinkalke, surmontés au Nord et à l'Ouest par une zone de la série de couches plus récentes jusqu'au calcaire nummulitique.

Ces calcaires sont inclinés sous le Flysch de la côte occidentale ; vers l'Est le massif est affaissé contre le bassin de Dodona. Les ruines de Dodona sont situés sur des calcaires à Nummulites.

Les gîtes à Posidonies du Toarcien et du Dogger forment des bandes au-dessus des villages Dramesus-Tsarakowitza-Alpochori. Ces mêmes gîtes retournent au col entre Alpochori et Tseritzana, dans la gorge au N.E. de H. Ilias, au Nord et au Nord-Ouest de H. Apostolos (près de Variades).

La crête montagneuse de Lakka consiste en Dachsteinkalk refoulé sur le Flysch de Derwitzana.

Au flanc oriental ou plutôt dans un synclinal secondaire l'auteur a observé des marnes et des calcaires rouges noduleux à Ammonites toarciennes et des schistes et des silex à *Posidonia Bronni* VOLTZ ; les premiers sur les pentes orientales de la vallée

de H. Apostolos, au Sud de Muskiotitza, les derniers au N.W. de Machalas.

Les silex à *Posidonia alpina* et *P. Buchi* du Dogger apparaissent cependant près de Mesovuni, au N.W. de Machalas et au col entre Machalas et Muskiotitza.

La partie méridionale de la zone de Flysch de Derwitzana est subdivisée par un pli calcaire secondaire (traînée calcaire de Lelowo avec des calcaires à Nummulites, des calcaires à Rudistes, des Viglaeskalk).

NOTE PRÉLIMINAIRE SUR LA GÉOLOGIE DE LA CATALOGNE ORIENTALE

PAR **Marcel Chevalier**¹.

La région définie sous le nom de Catalogne orientale est limitée au Sud et à l'Est par la Méditerranée, au Nord par les Pyrénées et les Albères ; Le rio Llobregat marque assez bien sa limite ouest.

L'objet de cette note comprend presque exclusivement l'étude des terrains nummulitiques. Je consacrerai de nouvelles notes à l'étude des terrains primaires, secondaires et post-nummulitiques de cette région.

RÉSULTATS GÉNÉRAUX

A la fin du Crétacé, dans le synclinal sous-pyrénéen où s'étaient déposés les sédiments des mers secondaires, à San Lorenzo de la Muga, Berga, coll de Nargo, Toroella de Montgri, etc., et qu'on retrouve du reste, reposant d'une façon générale sur tout le flanc sud des Pyrénées, il se produisit un mouvement très marqué d'émersion. Le Danién catalan est en effet représenté, pour la plus grande partie, par des grès, des poudingues déposés par les rivières de l'époque. Il est quelquefois représenté par des calcaires saumâtres avec intercalations marines, mais ces dépôts ne marquent qu'un retour très localisé et momentané de la mer.

La régression daniénne et l'émersion des rides pyrénéennes persiste pendant la plus grande partie de l'Éocène inférieur.

Dans toute la Catalogne, comme aux îles Baléares, avec lesquelles elle était encore reliée par une vaste terre. actuellement effondrée sous les eaux de la Méditerranée, des nappes d'eau douce ont existé et dans certains endroits les débris torrentiels arrachés par les cours d'eau descendant des montagnes voisines,

1. Note présentée à la séance du 2 mars 1914.

sont venus constituer des énormes cônes de déjection plus tard cimentés en grès et poudingues.

Ainsi tout l'Éocène inférieur est représenté dans la Catalogne par ces couches d'argiles, grès et conglomérats de couleur rouge lie-de-vin, si caractéristiques, à la base desquelles on a trouvé *Bulimus gerundensis* VIDAL, en Catalogne, *Bulimus Bouryi* HENN., aux Baléares.

Cet Éocène inférieur qui représente sans doute tout l'Éo nummulitique s'observe dans la vallée d'Hostolets, au pied de Santa Brigitta et du Faro, où il atteint une épaisseur de plus de 450 m. On l'observe aussi dans le vallon de la Polvora (près Gerona). MM. Vidal et Carez en ont donné des coupes prises à cet endroit et que j'ai dû quelque peu modifier d'après mes observations particulières [Voir plus loin].

On l'observe également dans les environs de Vich, de San Lorenzo de la Muga, etc.

L'agglomération des poudingues éonummulitiques est surtout remarquable près d'Amer et de Gerona. Elle indique le débouché de deux importants cours d'eau. L'un d'eux formé par plusieurs tronçons issus du Montseny, de la crête de Tordera et des Monts Gavarras, descendait vers Sills, Caldas de Malavella, pour rejoindre vers Quart, le cours actuel de l'Oñar; l'autre descendait aussi de la sierra primaire du Montseny mais suivant une direction S.W.-N.E. à peu près semblable à celle suivie actuellement par le Ter dans cette partie de son cours.

Ces deux cours d'eau ont persisté pendant tout le Nummulitique. Le rio Tordera n'est en effet venu couler vers la Méditerranée que beaucoup plus tard.

A la fin de l'Éonummulitique, probablement à l'Yprésien, une oscillation négative se produit et les eaux marines envahissent à nouveau le synclinal sous-pyrénéen catalan. La mer des calcaires à Alvéolines dépose ses sédiments dans tout l'Ampurdan et s'étend au loin à l'Ouest dans la province de Lerida.

Il y a pourtant certaines localités où la mer est momentanément repoussée par les eaux douces et alors se déposent des formations saumâtres que l'on trouve intercalées parmi les calcaires à Alvéolines.

Ces accidents sont uniquement locaux et la transgression marine est à peu près générale dans toute la Catalogne.

Le synclinal sous-pyrénéen catalan s'approfondira en effet graduellement pendant tout le Lutétien et la plus grande partie du Bartonien pour atteindre près de 1500 m. lors de son maximum de profondeur.

La chapelle San Julia del Mont, toute proche d'Olot, bâtie sur les poudingues de l'éocène supérieur, marque l'axe central de ce synclinal catalan.

La période mésonummulitique est donc représentée dans toute la Catalogne par d'épais dépôts marins caractérisés par une faune chaude ayant une certaine analogie avec celle des régions alpines. Les Nummulites abondent et m'ont servi à établir une classification assez précise des divers terrains.

Les Oursins, les Huîtres, les Gastropodes, les Lamelibranches pullulent dans les régions côtières.

A la fin du Bartonien, les premiers mouvements alpins commencent à se faire sentir, et le synclinal catalan diminue de plus en plus de profondeur.

Les rides paléozoïques des Albères, des Gavarras, du Montseny, les sierras primaires de la côte méditerranéenne se soulèvent à nouveau, et bientôt, au début du Néonummulitique, formeront une barrière qui refoulera loin à l'Est les eaux de la mer.

En effet, dès la fin du Bartonien commencent à se déposer des grès sableux, d'abord assez fins, puis des poudingues et conglomérats, qui sont encore d'origine marine. Bientôt la barrière orientale déjà esquissée s'accroît, et à partir du Ludien le synclinal catalan est fermé à l'Est. Il est transformé en un vaste golfe dont un mouvement de soulèvement continu recule sans cesse les bords vers l'Ouest.

Le régime des grandes rivières déjà esquissé antérieurement s'accroît encore. De nouveau, d'énormes cônes de déjections torrentielles vont se déposer dont les éléments sont arrachés aux rides montagneuses voisines en voie de soulèvement. Postérieurement soumises à des phénomènes de plissements intenses, ces masses conglomératiques donneront naissance aux sierras qui avoisinent la Pobla de Ségur, Oliana, San Joan de las Abbadessas, Olot, et aussi aux sierras de Benavent, Santigosa, Montserrat, Asco, Montsant, San Miquel, etc.

La limite du rivage de cet ancien golfe ludien dont l'étendue diminuera encore pendant le Sannoisien, est assez bien marquée par une bande de grès et conglomérats à peu près continue qui s'étend tout autour des massifs primaires et secondaires de la Catalogne. On peut observer cette formation 1° *au Nord* : aux environs de Castelfollit et d'Olot ; au Sud-Est de San Joan de las Abbadessas ; au S. de Ripoll, au N. de Berga, au N. d'Oliana ; à la Pobla de Ségur ; 2° *au Sud*, dans la Sierra del Corp et de Finestras près de la Santa Pau (Olot) ; au Sud de Vich d'où elle rejoint Manresa, la Montagne du Montserrat et la Sierra de Montsant.

Il est remarquable de constater que *l'agglomération la plus considérable des poudingues se trouve toujours au débouché de grandes vallées*, d'origine très ancienne, et dont l'importance du cours d'eau ne correspond plus du tout aujourd'hui à l'ampleur des formes actuelles.

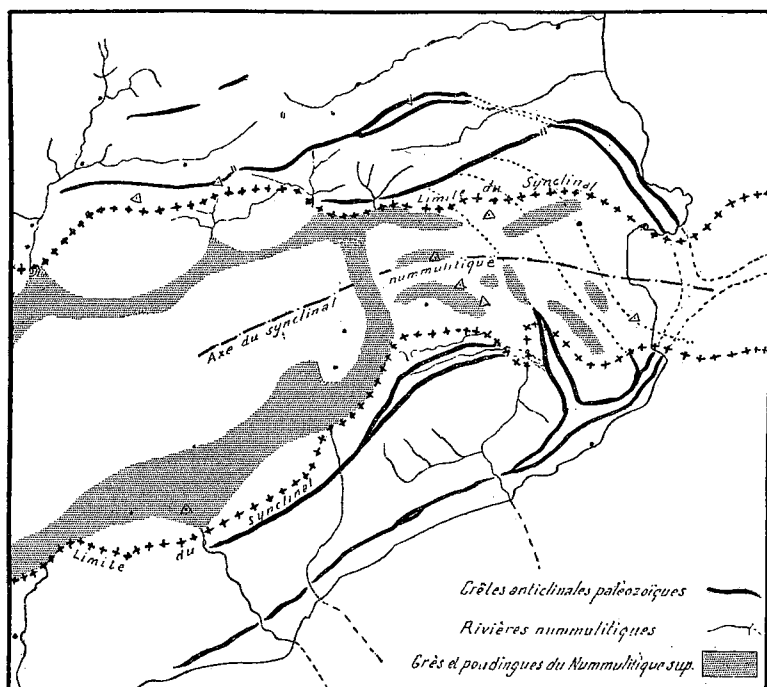


FIG. 1. — LE SYNCLINAL NUMMULITIQUE DE LA CATALOGNE ORIENTALE.

Cette agglomération de poudingues est dans une certaine mesure en relation avec l'importance et la longueur de la vallée,

Ainsi les couches de poudingues de Ripoll correspondent au cône de déjections du haut Ter et de ses affluents descendant des montagnes de la crête frontière (pic du Géant, pic de la Donya, pic de Gastobona, pic de Falgas, etc.), et passant à Set-Casas, Mollo, Camprodon, Santa Pau de Seguries.

Les sierras poudinguiformes du N. d'Oliana, plus considérables que celles de Ripoll, correspondent au cône de déjection du rio Sègre, mais cette rivière dans son cours de la Seo a Puigcerda ne constituait guère à l'époque qu'un affluent secondaire de la grande rivière principale descendant des crêtes frontières franco-

andorrannes (pic de Comapedrosa ; pic d'Albeille, pic de Serrière, pic de Fontargente, pic d'Embalira) et marquée aujourd'hui par le cours des deux Valiras Andorrans, continué par celui du Sègre de la Seo à Oliana.

Les amas de conglomérats de la Pobla de Ségur marquent le cône de déjection de la rivière descendant des crêtes franco-espagnoles de Roca blanca, pic de Salau, pic de Pontussau, pic Moncalm et représentée aujourd'hui par les hauts Nogueras (N. de Vall Farrera, N. de Cardos, N. d'Escalo) se rejoignant à Llavorsi et passant à Sort et Gerri.

Les poudingues du Montserrat constituent également un énorme cône de déjection dont les éléments furent arrachés par une importante rivière qui descendait des montagnes baléaro-catalanes aujourd'hui effondrées sous la mer, et dont le cours suivait à peu près celui du Llobregat de son embouchure à Monistrol.

On peut faire pareille constatation pour les sierras d'Asco, de Montsant et de San Miquel dont l'accumulation des poudingues est due aux apports d'une grande rivière qui descendait aussi de la chaîne montagneuse baléaro-catalane disparue et dont le cours suivait la vallée actuelle de l'Èbre d'Amposta a Garcia et Asco.

En étudiant l'orographie catalane, je montrerai que seule cette hypothèse permet d'expliquer normalement les formes topographiques du pays.

Au début du Néonummulitique, le golfe catalan s'assèche de plus en plus et devient une lagune dans laquelle débouchent encore quelques cours d'eau qui déposent leurs alluvions mais dans des proportions considérablement moindres. Les eaux sont plus calmes, moins troublées. Dans certains endroits le gypse se dépose, dans d'autres ce sont des lignites et des argiles (couches de Calaf).

Si la mer oligocène a pénétré dans le bassin de l'Èbre, il semble bien qu'elle n'ait pas dépassé les environs de Lerida, et elle y pénétrait tout à fait par le S.E. du côté de Tarragone et Reus.

Dès le début du Néonummulitique, les phénomènes orogéniques déjà esquissés, prennent une plus grande amplitude et vont plisser tous les sédiments lacustres et marins déposés antérieurement dans l'ancien synclinal catalan sous-pyrénéen ; ces plissements donneront au pays les grandes lignes de sa structure actuelle.

Les sédiments sont coincés entre deux masses résistantes qui

les compriment, les soulèvent, surtout sur les bords des rides paléozoïques et déterminent la naissance des sierras tertiaires actuelles.

Les terrains nummulitiques sont ainsi portés à de hautes altitudes et feront désormais obstacle à la mer qui ne viendra jamais plus les recouvrir dans l'Ampurdan, et ne s'avancera jamais au delà de Bañolas lors de sa plus grande extension. La mer miocène n'a guère en effet pénétré dans la Catalogne que dans des régions tout à fait localisées telles par exemple que l'embouchure de Llobregat. Pendant le Pliocène une invasion marine d'une certaine importance s'est cependant produite dans tout le bas Ampurdan. Elle a été provoquée par les derniers mouvements orogéniques alpins qui se sont produits dans les régions méditerranéennes lorsque les rivages de la mer ont acquis des limites différant peu de leurs limites actuelles.

Des compartiments entiers se sont effondré par saccade, ensevelissant sous les eaux toute la ride montagnaise paléozoïque qui reliait les montagnes de Bagur aux montagnes de Rosas, et la mer s'est avancée vers l'Ouest jusqu'aux environs de Bañolas.

Au début du Quaternaire, les compartiments de l'échiquier catalan ont de nouveau rejoué et c'est alors que les premières éruptions, les plus acides (trachyte de Vilamacolum) se sont fait jour à travers les failles. De grands cônes volcaniques se sont édifiés le long des lignes de fracture. Puis par la suite, sont venues au jour les grandes coulées basaltiques, peut-être contemporaines des dernières éruptions d'Auvergne (Tartaret). Dans certains endroits on observe très nettement la lave qui repose sur les alluvions quaternaires. Les cônes volcaniques sont de plusieurs sortes et les matériaux dont ils sont constitués varient suivant les endroits. J'en reprendrai l'étude dans une note spéciale.

Dans toute la Catalogne, depuis la fin du Pliocène, jusqu'à l'époque actuelle, il y a eu un alluvionnement intense des rivières, sous l'influence de grandes pluies consécutives à des périodes plus sèches caractérisées par le creusement des cours d'eau.

Des petites terrasses constituées d'alluvions toutes modernes indiquent tout à fait dans le lit des rivières les changements très récents du passage de l'eau. Ce sont les alluvions du fond des vallées.

On observe en outre deux séries principales de grandes terrasses dont l'altitude varie entre 8 et 10 m. pour les plus inférieures, et 17 à 20 pour les supérieures, au-dessus du fond des vallées.

Le dépôt de ces deux séries de grandes terrasses doit correspondre à des périodes de glaciation pyrénéenne, alors que les torrents très actifs descendaient des montagnes, chargés d'éléments arrachés pendant leur trajet.

Au contraire pendant les périodes interglaciaires les rivières s'appliquaient à creuser leur lit, à travers les alluvions déposées antérieurement.

Les terrasses quaternaires sont particulièrement bien visibles dans le cours du Fluvia (près de Besalu) dans les vallées du Ter (à Llorca) et du rio d'Hostelès ; dans les vallées du rio Tordera, du Llobregat et jusque dans le cours du Haut Sègre (environs d'Orgaņa, de la Seo de Urgel) et des Valira (vallées d'Andorre).

TECTONIQUE

L'absence de cartes topographiques d'une exactitude rigoureuse n'a pas permis jusqu'ici l'étude bien précise de la tectonique des pays catalans.

Les levés topographiques à grande échelle que je fais en Catalogne depuis 1907, consécutivement à mes recherches géologiques m'ont donné des indications complètes et précises sur l'exacte conformation du pays, et me permettent d'en esquisser aujourd'hui la tectonique générale.

La formation d'un synclinal sous-pyrénéen catalan et la grande invasion marine du Mésonummulitique a été provoquée dans la Catalogne orientale par l'envoyage d'un faisceau de plis de terrains primaires et secondaires qui s'étendaient à travers tout l'Ampurdan, depuis la ride anticlinale du roc de France (ride du raz Mouchet) au Nord, prolongée par les Albères, jusqu'aux rides anticlinales des terrains primaires et secondaires du Sud (Montseny, monts Gavarras, montagnes de Bagur) (voir fig. 1).

Les plis ampurdanais, dirigés suivant une direction N. W.-S. E. et disparus aujourd'hui, ont laissé cependant quelques preuves de leur existence à Figueras, Toroella, de Montgri et Baņolas.

Postérieurement à leur envoyage et à l'invasion marine, ils ont à nouveau subi un mouvement de surélévation. En effet, avec le Ludien et la fin du dépôt des conglomérats dans le golfe de Vich, débutent les grands mouvements orogéniques alpins qui se continuent pendant tout l'Oligocène. Ce sont les mouvements pyrénéens post-lutéliens.

Tous les sédiments éocènes déposés dans le synclinal catalan sont écrasés entre deux masses continentales résistantes qui se soulèvent et se rapprochent.

La masse du Nord c'est la masse de toutes les Pyrénées catalanes qui s'étendent du cap de Creus au Noguera Pallaresa. Cette masse subit indubitablement le contre-coup des mouvements alpins qui accentuent la direction originelle des plissements primaires. C'est à cette époque que dut prendre naissance cette grande ligne fracturée si nette dans la topographie et qui s'étend dans la vallée de la Sègre, depuis la Seo jusqu'à Puigcerda, se poursuit ensuite dans la vallée de la Têt, d'Olet à Millas, à peine séparée de celle de la Segre, par le col de la Perche dont l'altitude n'atteint pas 1700 m. entre deux crêtes parallèles dépassant 2600 m. d'altitude.

Les sédiments éocènes refoulés par les pressions venant du Sud viennent butter sur les vides paléozoïques et en épousent la direction générale.

Les plis s'imbriquent, des chevauchements se produisent qu'on peut observer sur tout le flanc nord de la sierra del Cadí par exemple.

La masse continentale du Sud, beaucoup plus importante était représentée par un continent baléaro-catalan, dont la chaîne côtière qui s'étend de Bagur à Barcelone, ainsi que le massif du Montseny, représentent le bord septentrional.

Cette énorme masse, analogue peut-être à la meseta espagnole, explique la raison des poussées prépondérantes du Sud vers le Nord dans le synclinal catalan.

Le bord du continent baléaro-catalan subit lui aussi, le contre-coup du ridement alpin. Il se soulève sur les bords et comme au Nord, les sédiments éocènes épousent à peu près la direction des plis paléozoïques.

Les sédiments tertiaires ainsi coincés, écrasés entre ces deux masses, ondulent suivant une direction principale N.E.-S.W. et il se forme de grands plis accompagnés de failles longitudinales. Le maximum d'écrasement et de plissement se produit entre la masse des crêtes primaires de Camprodon au Nord et celle des Guillerias au Sud. Cette direction du plissement, que je qualifierai de primaire, se retrouve très nette dans l'orientation des sierras suivantes :

Au Nord : crêtes de Besalu ; Castelfollit ; Viayna (continué jusqu'à San Joan de las Abbadessas) ; San Andreas del Mont (continué jusqu'à Ripoll), etc.

Au Sud : crêtes des environs de Manresa (sierra de Saura-Negra ; sierra de las Alias) ; montagne du Montserrat ; sierras de Sta Coloma de Queralt ; sierra de Montsant ; sierra de San Miquel.

Les failles longitudinales ont déterminé dans le Nord le tracé

de la vallée de rio Fluvia (de Besalu à Santigosa); celui de la vallée qui s'étend de Castelfollit à Santa Pau de Seguries (rio Carrera); celui de la vallée du rio Cellent (de Seriña à Sta Pau); celui de la vallée de Ridaura, etc., etc.

En même temps que les pressions orogéniques se faisaient sentir dans le sens S.S.E.-N.N.W., des pressions peut-être moins intenses, mais pourtant considérables affectaient aussi les sédiments éocènes suivant une direction sensiblement N.E.-S.W. qui est justement celle des ridements paléozoïques occupant antérieurement l'Ampurdan, et ensevelis sous les dépôts postérieurs. Ces pressions que j'appellerai secondaires déterminent l'orientation de toutes les collines actuelles de l'Ampurdan. Les sédiments tertiaires ont en effet épousé la direction des plis sous-jacents, et toute une série de rides orientées N.W.-S.E. est née accompagnée elle aussi de failles longitudinales. Ces rides sont actuellement indiquées par les collines nummulitiques qui s'étendent du pied des monts Gavarras jusqu'à la Méditerranée, et aussi par la crête de San Patllari-Ginestar et les collines Nummulitiques des environs de Bañolas.

Les failles longitudinales consécutives à ce sens N.E.-S.W. des poussées secondaires ont déterminé la direction originelle des grandes falaises, aujourd'hui marquées par les crêtes de Sta Magdalena, Cabrera, la Salud, le Faro, la Barroca, Sauta Elena, sierra del Corps, Finestras et Rocacorva.

C'est aussi *au pied de ces grandes falaises* dont l'origine est beaucoup plus récente, *que s'alignent les plus grands volcans catalans*. Toutes les émissions basaltiques du bas Ampurdan jalonnent également les failles dont l'origine doit être attribuée à ces poussées N.E.-S.W.

Les mouvements orogéniques qui se sont produits dans la Catalogne orientale, postérieurement aux mouvements oligocènes dont je viens d'esquisser l'histoire, ne se sont plus manifestés par la suite sous forme de poussées latérales suivies de plissements.

Ce sont seulement des phénomènes d'effondrement du type dit : effondrement circulaire, qui ont modifié l'allure primitive et l'aspect du pays; et justement les mouvements d'effondrement ont affecté un ovale autour duquel s'étaient soulevés les plissements tertiaires moulés sur les plis paléozoïques, eux-mêmes situés dans une zone faible, écrasée entre deux masses résistantes.

Ces effondrements se sont produits antérieurement au Néogène supérieur et ce sont eux qui ont permis à la mer pliocène

d'envahir tout l'Ampurdan jusqu'à Bañolas et de déposer les marnes et argiles plaisanciennes, les sables astiens dont on retrouve les restes aux environs de Ciurana, et qui forment certaines collines de la plaine littorale, presque toujours recouvertes par les alluvions du Quaternaire ancien.

Les effondrements se sont produits par saccade ; les compartiments de l'échiquier catalan ont joué par rapport les uns aux

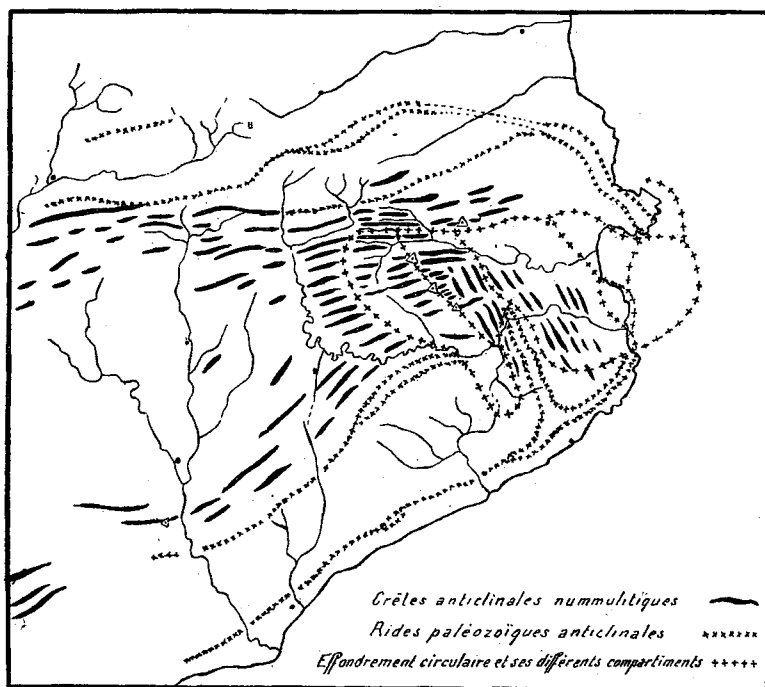


FIG. 2. — SCHEMA TECTONIQUE DE LA CATALOGNE ORIENTALE.

autres, suivant les failles déjà esquissées lors du ridement oligocène. On peut dire que de nos jours ces mouvements d'effondrement se continuent toujours, toute la contrée étant soumise à de fréquents séismes.

Ces grands effondrements semblent être limités à l'Ouest par la grande faille qui a donné naissance aux crêtes élevées des sierras Santa Magdalena, et Cingles d'Ayat. En avant de ces grandes crêtes, les séries de failles ont constitué un véritable escalier dont le bas est dirigé vers la mer et dans lequel je distinguerai quatre grands échelons principaux.

Le premier échelon, le plus élevé, est formé par la plaine de Vich. Il a été peu affecté par les mouvements de plissement ou d'effondrement. Il s'élève doucement des rives du Ter aux crêtes des sierras Santa Magdalena, Cingles d'Ayat et la Salud. Toute sa surface est constituée par des sédiments du méso-nummulitique.

Le second échelon s'étend du pied de cette grande crête Santa Magdalena, Ayat, aux crêtes des Sierras del Corp, Finestras-Rocacorva. Il englobe tout le fossé contenant la plaine d'Olot, le cours du Fluvia jusqu'à sa source et le cours du rio d'Hostolès jusqu'à Amer. Les sédiments ludiens, qui sont à l'altitude de 1500 m. environ dans la Santa Magdalena, tombent brusquement à 600 m. pour se relever insensiblement jusqu'à 900 et 1000 m. au sommet des sierras del Corp-Finestras-Rocacorva. Toute la surface de cet échelon est encore constituée par des sédiments méso-nummulitiques extrêmement fracturés. Les principaux volcans catalans s'alignent justement sur la grande faille qui délimite ces deux premiers échelons et qui suit à peu près le pied des grandes crêtes, depuis le val de Viayna jusqu'à Amer (volcans d'Olot de San Feliu de Pallarols et de San Dalmay). La haute crête synclinale sur laquelle est bâtie l'église San Julia del Mont qui marque le bord du deuxième échelon, en continuation de la sierra del Corp, marque aussi à peu près l'axe central du fond de l'ancien synclinal méso-nummulitique (Voir plus loin fig. 3).

Le troisième échelon s'étend du pied des crêtes San Julia del Mont, sierra del Corp-Finestras-Rocacorva à la crête Torre de Ginestar-San Patllari, à l'Ouest de Bañolas. Les grès ludiens qui atteignent encore 1030 au pic de Finestras tombent brusquement à une altitude moyenne de 350 m. aux environs de Mieras pour se relever doucement jusqu'à 670 à San Patllari et au pic d'Oratori (Voir plus loin fig. 8).

La surface de ce troisième échelon est presque partout constituée par les masses bleues et jaunes du Bartonien, couronnées souvent par les grès. Ce vaste fossé d'effondrement a un aspect des plus caractéristiques. Lui aussi est extrêmement fracturé, et c'est sur la grande faille qui délimite son bord ouest au pied des sierras Corp-Finestras-Rocacorva que se sont édifiés les grands volcans de Santa Pau.

Le quatrième échelon s'étend du pied des crêtes San Patllari, Ginestar-los Angeles jusqu'à la mer. Les grès du Bartonien supérieur tombent de 670 à 100 et quelques mètres. Cet

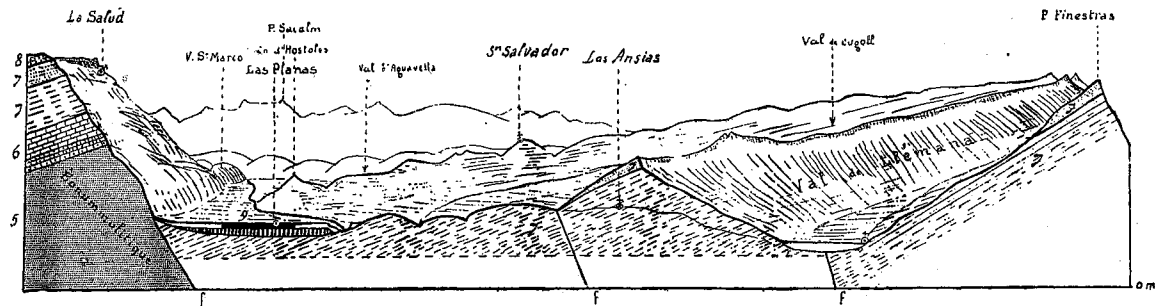


FIG. 3. — PROFIL DE LA SALUD AU P. FINESTRAS. — 1/75000.

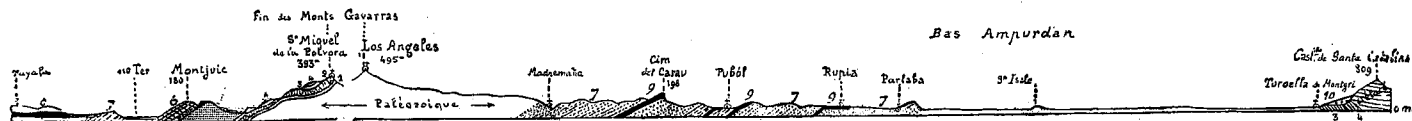


FIG. 4. — COUPE PAR LES MONTS GAVARRAS ET LE BAS AMPURDAN. — 1/15000.

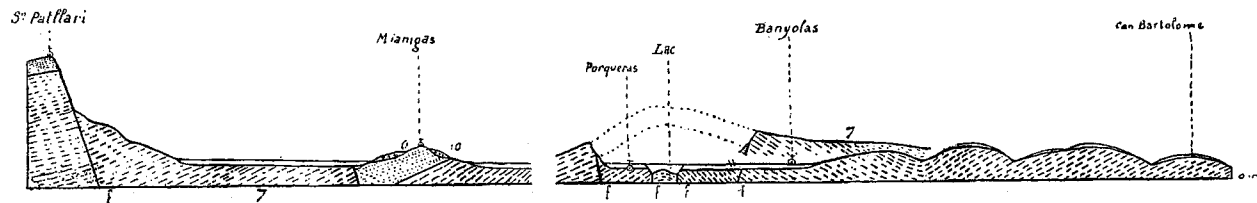


FIG. 5. — COUPE PAR SAN PATLLARI ET BANYOLAS. — 1/75000.

10, Alluvions plio-pleistocènes; 9, Basalte; 8, Poudingues et conglomérats du Ludien inférieur et du Bartonien supérieur; 7, Grès et marnes du Bartonien et de l'Auver sien; 6, Calc. à *N. perforatus* et Calc. à Alvéolines du Lutétien; 5, Éonummulitique; 4, Calc. bleu-noir à Encrines dévoniens; 3, Calchistes roses dévoniens; 2, Schistes rubannés gris-bleu du Gothlandien; 1, Grès de l'Ordovicien. — f., failles, — Hauteurs doublées.

échelon est également jalonné par des phénomènes volcaniques (nappes de Corsa, Pubo, Republica, sourcés sulfureuses du lac de Bañolas).

La surface est également très fracturée et fragmentée en petits compartiments secondaires qui ont joué les uns par rapport aux autres, et qui sont tous pour la plupart recouverts à leur partie supérieure par des alluvions du Quaternaire. Pourtant certains compartiments forment des collines plus élevées où on peut observer suivant les endroits :

α. Les marnes bleues ou jaunes surmontées des grès ludiens (Corsá-Pubo).

β. Les calcaires du Lutétien surmontés des marnes bleues, et reposant sur l'Éonummulitique (Gerona-Medina).

Quant à l'énorme masse des calcaires urgo-aptiens de Toroella de Montgri-la Escala, c'est un fragment d'un synclinal créacé, resté en saillie sous forme de horst (voir fig. 4).

Ces calcaires mésozoïques reposent directement sur le paléozoïque aux environs de Toroella (voir la coupe).

On pourrait encore limiter un *cinquième échelon* effondré sous la mer. La belle découverte de M. G. Pruvost signalant en effet au large du cap de Creus des dépôts très certains de Silicien marin, montre qu'il a eu une descente certaine d'un compartiment et ce depuis une époque relativement récente. On retrouve en effet dans les basses plaines de l'Ampurdan quelques lambeaux de Silicien marin tout à fait analogue à celui découvert par M. Pruvost, et qui s'étend jusqu'à des profondeurs d'environ 200 m. à la limite des dépôts modernes de vase profonde.

OROGRAPHIE

L'orographie de la Catalogne orientale est simple à s'expliquer une fois connue la tectonique du pays et son histoire géologique.

Au Nord les grandes vallées des Noguera sont d'âge très ancien et leur creusement a débuté avant la période mésonummulitique. Il en est de même pour les Valira, et le Sègre jusqu'à Oliana. Même remarque pour le haut cours du Llobregat jusqu'à Berga et du Ter jusqu'à Ripoll.

Toutes les rivières coulaient alors suivant une direction N.-Sud représentant la pente générale.

Au Sud, le cours du Llobregat (de la mer à Olesa), le cours du Ter (de Caros à Gerona), celui du Tordera (de la mer à Gerona), celui du Besos à Vich (par le Congost) étaient déjà esquissés au

Mésonummulitique. Mais toutes ces rivières coulaient du Sud vers le Nord suivant une direction qui représentait la pente naturelle du pays, contraire à celle actuelle.

Lorsque la mer éocène disparut, et que des soulèvements post-éocènes élevèrent à de hautes altitudes les sédiments déposés, le système des rivières se modifia surtout lors des effondrements des grands compartiments de la région côtière actuelle, déterminant la disparition sous la mer du grand continent baléaro-catalan.

Alors les cours d'eau du Sud se mirent à couler du Nord vers le Sud pour rejoindre la mer. Ceux du Nord, continuant à couler vers le Sud se frayèrent un passage à travers les nouvelles montagnes.

Longtemps le cours du Ter fut différent de ce qu'il est aujourd'hui. Ses eaux se déversèrent d'abord à la mer par Vich, le Congost et Granollers, après le plissement du synclinal tertiaire catalan.

Il constituait une grande rivière parallèle dans tout son cours, à son voisin le Llobregat. La route et la voie ferrée en suivent à peu près le tracé.

Le parcours inférieur du Ter actuel, de Caros à Gerona resta longtemps isolé. Il formait une rivière distincte venant des sierras de Vich et rejoignirent le rio d'Hostolès alors rivière principale descendant vers Gerona et les plaines de l'Ampurdan en contournant à l'Est la montagne de San Julia de Ramis.

Beaucoup plus tard des phénomènes de capture entrèrent en jeu, combinés peut-être avec des oscillations du sol. Les deux torrents qui, de chaque côté de la montagne, l'un descendant vers Vich, l'autre vers Amer, montaient à l'assaut de la crête, se rejoignirent au travers des gorges profondes et étroites depuis longtemps esquissées. Toutes les eaux du haut Ter, captées par celles du bas Ter actuel, quittent alors leur vallée primitive de Vich à Granollers et se dirigent vers Gerona.

L'ancien cours inférieur du Ter n'est plus maintenant occupé que par le cours du rio Gerri et par celui du Congost et du Besos.

Le cours du Fluvia a également subi d'importants changements surtout dans sa partie supérieure.

Ces modifications sont dues en grande partie aux phénomènes volcaniques du Quaternaire. Les coulées de lave ont barré certaines vallées, et obligé les eaux à chercher une autre issue. Tous ces phénomènes seront l'objet d'une note détaillée.

STRATIGRAPHIE¹.

Dans la Catalogne orientale tous les terrains nummulitiques sont bien représentés depuis les plus inférieurs, jusqu'à ceux du début de l'Oligocène.

Ils ont en général le même aspect que ceux des autres parties de la Catalogne, de l'Aragon et du Bassin de l'Èbre.

La série éonummulitique est représentée uniquement par des formations continentales ou lagunaires. Au contraire la série mésonummulitique est franchement marine. Le début de l'oligocène redevient lagunaire.

Depuis le Sannoisien jusqu'à la fin du Méso-Méditerranéen, aucune formation, soit lagunaire soit marine ne semble s'être déposée.

Les sédiments pliocènes se rencontrent par contre dans le bas Ampurdan ainsi que ceux du Quaternaire.

La série éonummulitique débute par les argiles à *Bulimus gerundensis* VIDAL bien connues et d'aspect rouge violacé, lie-de-vin. Elle se continue par une série de poudingues, de grès et d'argiles qui alternent les uns avec les autres.

Cette série franchement lacustre peut atteindre dans la vallée d'Hostolès, au-dessous du Faro, une épaisseur de près de 500 m.

Nous pensons qu'elle représente tout l'Eonummulitique, de la base au sommet sans pouvoir préciser plus exactement ses divisions faute de fossiles. Certaines couches semblent thanétiennes à cause de la *Paludina aspersa* trouvée par M. L. Vidal.

La série éonummulitique se trouve d'une façon semblable à peu près dans toute la Catalogne. Elle repose indistinctement suivant les endroits, sur le Garumnien lacustre ou sur des terrains beaucoup plus anciens. Elle forme comme une ceinture à peu près continue autour de tous les terrains paléozoïques et mésozoïques. Non seulement on l'observe dans le vallon de la Polvorá (Gerona) où elle a été bien étudiée par MM. Carez et Vidal, mais aussi dans la vallée d'Hostolès (d'Amer au delà de Las Planas); au pied des collines situées au N. de Sarria de Gerona (Republica; Cornella); au pied de San Julia de Ramis; dans la plaine de Vich; aux environs de San Lorenzo de la Muga et de Berga, dans le Nord; et aux environs de Monistrol dans le Sud (base du Montserrat).

1. Je tiens à remercier ici MM. Jean Boussac, Jean Cottreau, M. Cossmann, M. Filliozat et F. Canu qui ont bien voulu déterminer certains de mes fossiles : Nummulites (M. J. Boussac), Echinides (M. J. Cottreau), Gastropodes (M. Cossmann), Polypiers (M. Filliozat), Briozoaires (M. Canu).

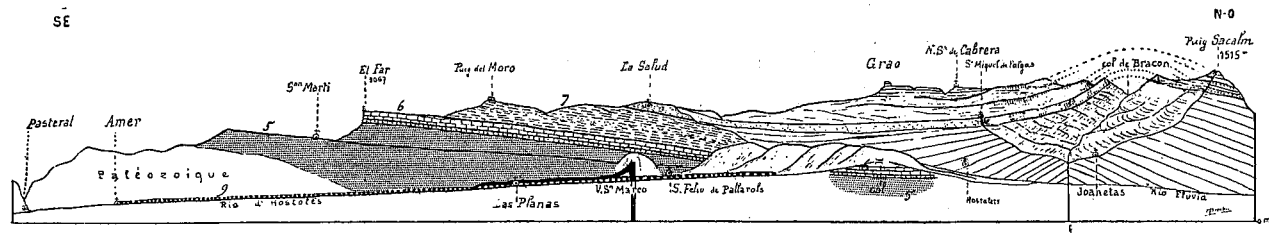


FIG. 6. — PROFIL D'AMER A HOSTALÈS. — 1/150000.

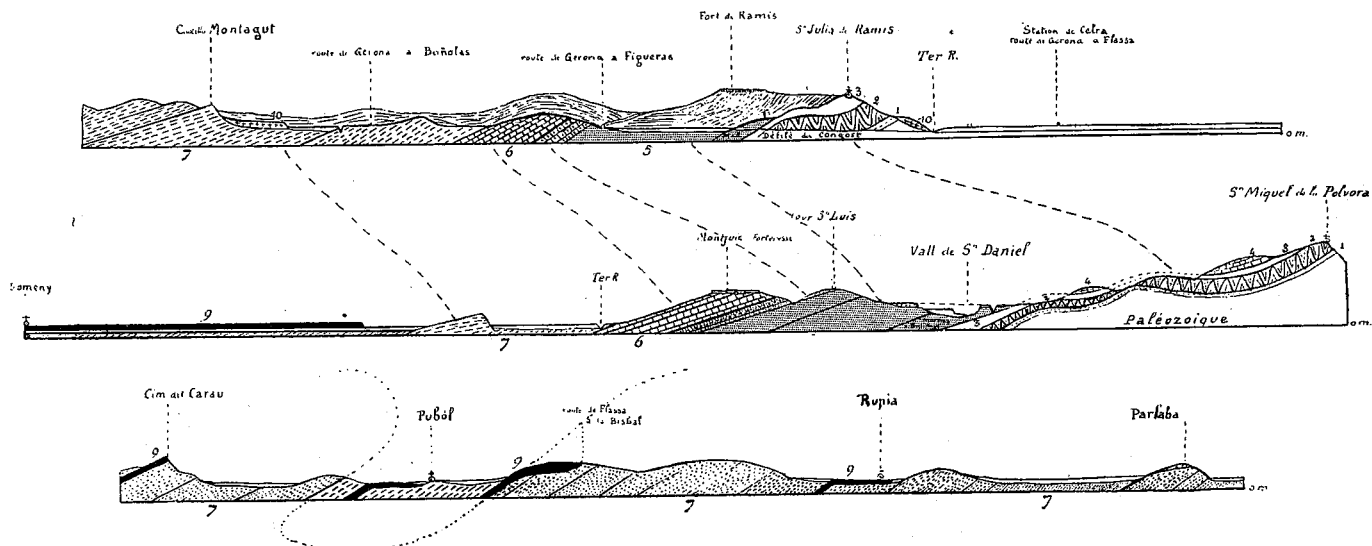


FIG. 7. — COUPES A TRAVERS LA CATALOGNE ORIENTALE. — 1/35000 env.
Même légende que pour les fig. 3. 4. 5.

Le Mésonummulitique débute par des calcaires, dits : calcaires à Alvéolines qui eux aussi s'étendent dans toute la Catalogne. Ces calcaires ont une teinte légèrement jaunâtre et se distinguent très bien des beaux calcaires bleus auxquels ils passent au sommet.

Ces calcaires à Alvéolines représentent le *Lutétien inférieur*, et ce qui confirme cette interprétation, ce sont les espèces particulières de Melanoïdes, Cyrènes et Planorbes trouvées dans les formations d'estuaire, laguno-lacustres, intercalées localement au milieu des calcaires marins dans certaines régions catalanes (Pontils).

Le *Lutétien moyen et supérieur* est représenté par ces énormes masses de calcaires bleus, très compacts, qui à la base par endroit constituent une sorte de conglomérat dont les éléments sont fournis par le calcaire à Alvéolines inférieur (Santa Anna del Faro) (voir fig. 3).

Ces calcaires bleus atteignent au Faro une épaisseur de près de 100 mètres. Ce sont eux qui forment la plupart des murailles escarpées de la région, délimitant des plateaux à peine ondulés (Faro, Santa Brigitta, Barroca), Montjuic de Gerona, Monte Llivio, etc.).

Ils sont pétris d'une infinité de Nummulites et sont bien connus sous le nom de *Pierre de Santa Lucia*.

Les Nummulites sont presque uniquement des *N. perforatus* DE MONTFORT. On y trouve en égale abondance les formes A et B (*N. obtusus-perforatus*).

J'y ai aussi trouvé une variété petite de *N. perforatus* DE MONTFORT à granulations fines et très serrées dans le banc sur lequel est bâtie la chapelle N. S. del Faro.

Les gisements les plus abondants de ces Nummulites se rencontrent à la chapelle de Santa Lucia (route de Santa Pau à Olot); sous la grande fortresse de Montjuic de Gerona; au sommet du Montellivio; à la chapelle du Faro (Amer); en dessous de la chapelle de la Salud (San Feliu de Pallarols).

Outre les *N. perforatus* les calcaires bleus contiennent aussi des *N. Brongniarti* D'ARCH. et HAIME et *Velates Schmideliana* CHEM. (torre de las Pedreras, Santa Anna del Faro) et *N. cf. lævigatus* BRONG. sp. (Montjuic de Gerona).

Si l'on s'en rapporte à la répartition verticale des Nummulites, indiquée par MM. Douvillé et J. Boussac, l'association de ces trois formes : *N. Brongniarti*; *N. lævigatus* et *N. perforatus* semble bien déterminer l'âge lutétien moyen-supérieur de ces énormes masses calcaires de couleur gris-bleu.

L'*Auversien-Bartonien* est représenté à la base par les marnes bleues bien connues à *Serpula spirulæa* LAMK. et au sommet par des marnes sableuses jaunâtres. Le passage entre les deux assises se fait souvent d'une manière insensible ; quelquefois, au contraire, il est localement marqué par une petite intercalation gréseuse, qui se traduit dans la topographie par une plateforme en saillie dominant les marnes. Ces intercalations indiquent déjà le début de l'assèchement du synclinal catalan.

Les marnes sableuses jaunâtres passent partout à des grès sableux, très coquilliers mais friables, dans certains endroits. Dans d'autres endroits les bancs gréseux plus résistants contiennent des Polypiers parmi lesquels on trouve des grands Cérithes et des *Orthophragmina Fortisi* D'ARCHIAC très abondantes.

Ces grès sableux qui correspondent encore au Bartonien tout à fait supérieur passent à des grès calcaires plus francs, plus fins et qui marquent sans doute le début du Ludien. Ces grès eux-mêmes deviennent très rapidement très grossiers et passent à des poudingues qui couronnent toute la série mésonummulitique catalane.

Ces grès et poudingues marquent les bords du golfe ludien alors que vers le centre ils font place à des argiles sableuses et à des gypses qui correspondent à ceux du Ludien parisien.

Dans les marnes bleues à *Serpula*, on trouve encore *N. perforatus* mais les échantillons sont rares et de très grande taille.

A la base du château de Montagut, au N. de Sarria de Gerona j'ai également trouvé dans ces marnes bleues une énorme quantité d'*Opisaster nux* DESOR. dont certains échantillons sont remarquables par leur grande taille.

Ces *Opisaster* sont associés à des *Cælopleurus coronalis* KLEIN, *Cypræovula funiculifera* COSSMANN.

Ce sont les marnes bleues qui constituent la plupart des petites montagnes de la grande zone effondrée au pied des Sierras Finestras-Rocacorva (environs de Mieras et San Miquel de Campmajor) et aussi les collines des environs de Bañolas.

Les marnes sableuses jaunâtres qui surmontent les marnes bleues contiennent encore quelques rares *N. perforatus* et *Cælopleurus coronalis*. Mais elles contiennent surtout en très grandes quantités des *Ostrea* dont je n'ai pas encore terminé l'étude.

J'y ai aussi trouvé, dans un bon gisement situé dans les collines derrière le château de Montagut :

<i>Cypræovula funiculifera</i> COSMANN.	<i>Harpa elegans</i> DESHAYE.
<i>Corbula Vidali</i> COSMANN.	<i>Turritella trempina</i> CAREZ.
<i>Turritella variabilis</i> DEFRANCE.	<i>Psephæa Coustalet</i> DONC.
(<i>T. Herberti</i> DESHAYE).	<i>Crassatella</i> sp.
<i>Natica (Ampullina) bicarinata</i>	<i>Pirula</i> sp.
BELLARDI.	<i>Voluta</i> sp.
<i>Nerita Vidali</i> sp. COSSMANN.	<i>Clavilithes</i> sp.

J'ai en outre trouvé quelques Térébratules non encore déterminées.

Dans les grès sableux supérieurs aux marnes jaunes j'ai trouvé :

α Gisement de la casa Miranda, près San Feliu de Pallarols.

<i>Spondylus subspinosus</i> D'ARCHIAC.	<i>Pecten</i> sp.
<i>Trochus</i> (différent de <i>Grecoï</i>).	Des Polypiers (non encore déterminés).
<i>Pleurotomaria</i> sp.	

β Gisement des environs de San Pedro de las Presas.

<i>Schizaster</i> sp.	(formes A et B).
<i>Nummulites striatus</i> BRUGUIÈRE	<i>Orthophragmina Fortisi</i> D'ARCHIAC.

δ Dans les crêtes de la sierra del Corp (environs de Codina et San Iscle).

<i>Sarsella sulcata</i> D'ARCHIAC et HAIME.	<i>Lunulites punctata</i> LEYM.
<i>Cælopleurus coronalis</i> KLEIN.	<i>Orthophragmina Fortisi</i> D'ARCHIAC (rares).
<i>Schizaster</i> cf. <i>Studer</i> AGASSIZ.	<i>Pecten</i> indéterminables.
<i>Linthya</i> sp.	

L'aspect de cette faune semble montrer que le début de la sédimentation gréseuse s'est produit au Bartonien supérieur.

Dans les grès plus supérieurs et dans les conglomérats je n'ai trouvé aucun fossile.

Je résumerai ainsi, provisoirement, les assises nummulitiques du synclinal catalan :

α. ÉONUMMULITIQUE.

(base) 1. Couches à <i>Bulimus gerundensis</i> .	} Vallon de la Polvora (Gerona).
2. Alternance des marnes, argiles, grès et poudingues fluvio-lacustres de couleur rouge lie-de-vin.	

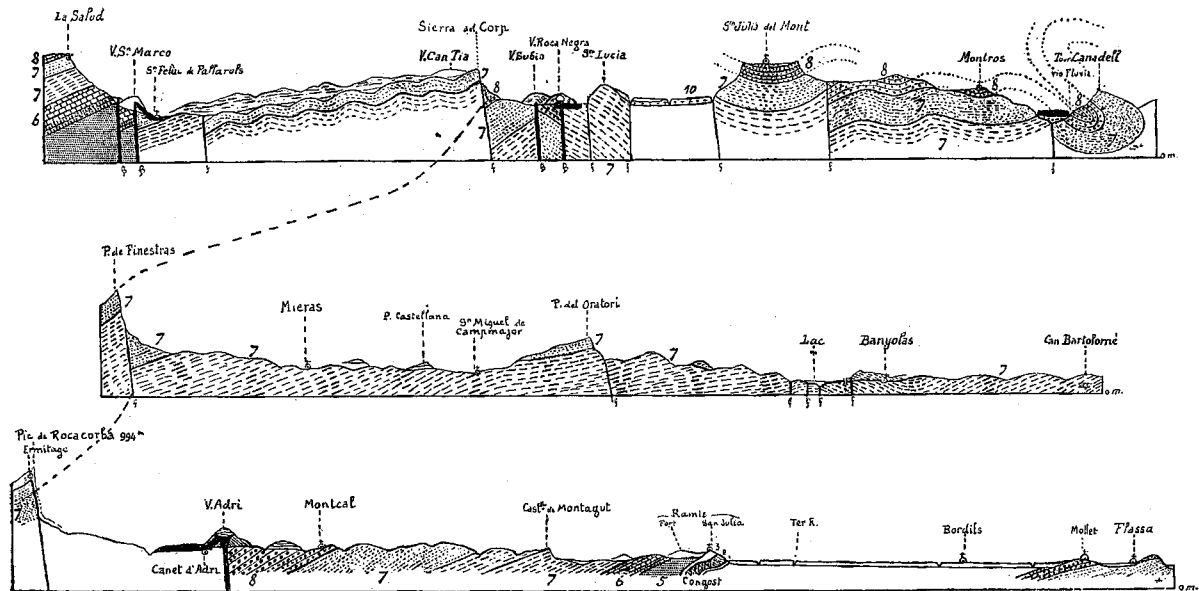


FIG. 8. — COUPES A TRAVERS LA CATALOGNE ORIENTALE. — 1/150000.

Même légende que pour les figures précédentes.

β. MÉSONUMMULITIQUE.

- | | | | |
|-----------------------------|---|---|--|
| LUTÉTIEN
INFÉRIEUR. | } | 3. Calcaires à Alvéolines blanchâtres (tour Saint-Louis de Montjuic de Gerona). | |
| LUT. MOYEN
ET SUPÉRIEUR. | } | 4. Calcaires bleus, compacts à : <i>N. perforatus</i> ; <i>N. Brongniarti</i> ; <i>N. lævigatus</i> ; <i>Velates Schmideliana</i> . | } Assise marine moyenne à <i>N. perforatus</i> du Montserrat. Calcaires de Santa Lucia, Faro, Santa Brigitta, Montellivio ; Montjuic de Gerona. |
| BARTONIEN. | } | 5. Marnes bleues à <i>Opisaster Nux</i> , <i>Serpula spirulæa</i> . | } Collines du château de Montagut (Gerona). Collines de Mieras, Bañolas, etc. |
| BARTONIEN | } | 6. Marnes sableuses jaunâtres à <i>Ostrea</i> , <i>Cœlopleurus coronalis</i> , <i>Harpa elegans</i> , etc. | } Couches à <i>N. biarritzensis</i> et <i>Serpula spirulæa</i> de la Côte des Basques de Biarritz. Assise marine supérieure à <i>N. biarritzensis</i> du Montserrat. |
| BARTONIEN
SUPÉRIEUR. | } | 7. Grès fins sableux à <i>Ortho- phragmina Fortisi</i> ; <i>N. striatus</i> ; Polypiers. | } Sommet de la sierra del Corp, sierra de Santa Magdanela, Rocacorva, Ginestar, San Patllari. |
| LUDIEN. | } | 8. Grès fins résistants en bancs. | } Sur les bords du golfe |
| | } | 9. Grès grossiers. | } Au centre du golfe. |
| | } | 10. Poudingues. | } Argiles sableuses et gypses. |
| | } | Poudingues del puig d'Olot, de Castelfollit, Pubo, Corsá ; Poudingues de Palassou ; Poudingues d'Asco, de Montsant ; Poudingues supérieurs du Montserrat. | |

δ. NÉONUMMULITIQUE.

- SANNOISIEN { 11. Calcaires en plaquettes à Cyrènes (Cubells).
12. Calcaires lignitifères à *Ancodus Aymardi* (Calaff).

Les couches sannoisiennes ne font plus à proprement parler, partie de la Catalogne orientale, où la série nummulitique se termine avec les poudingues.

Quant au Pliocène j'aurai l'occasion de l'étudier dans une note postérieure.

Je signalerai cependant dès maintenant le gisement de Ciurana, peu connu, et situé près de Saint Miquel de Fluvià.

Les couches, horizontales, sont franchement marines et presque partout recouvertes par les alluvions du Quaternaire.

A la base ce sont des marnes bleues très fossilifères avec :

Lucina borealis LINN.

Ostrea cucullata BORSON.

Leda pella LAMK.

Isocardia cor LINN.

Nassa semistriata BROU.

Venus islandica LAMK.

— *multilamella* LAMK.

Venus Basteroti DESH.

Nassa incrassata MÜLL.

Bittium reticulatum COSTA.

Turritella communis RISSO.

Trochus striatus LINN.

Leda undata LINN.

Au-dessus se trouvent des sables jaunâtres mêlés, par endroit, à des poudingues, et où les fossiles sont rares.

Les marnes bleues peuvent être attribuées au Plaisancien.

Quant aux dépôts lacustres de Palau Sacosta (près Gerona), ceux des environs d'Esponella, non loin de Bañolas, dans lesquels on a trouvé des restes d'*Helix*, de *Planorbis*, de *Cyclostoma*, et qu'on a voulu attribuer au Pliocène lacustre, je montrerai ultérieurement qu'on doit les attribuer au Quaternaire ancien.

SUR LA SIGNIFICATION GÉOLOGIQUE DE QUELQUES
VÉGÉTAUX FOSSILES RECUEILLIS PAR LE DOCTEUR LEGENDRE
DANS LE SUD-OUEST DE LA CHINE

PAR **Fernand Pelourde**¹.

PLANCHE V.

Au cours d'une mission qu'il a effectuée dans les provinces chinoises du Yunnan et du Se-tschuen, le D^r Legendre a réussi à rassembler quelques débris de plantes fossiles, dans des localités inexplorées jusqu'ici au point de vue géologique. Parmi ces débris, que M. le Professeur Stanislas Meunier a bien voulu m'autoriser à étudier, j'ai pu reconnaître les formes suivantes :

SCHIZONEURA CARREREI ZEILLER

D'abord, deux fragments de tiges d'Équisétale appartenant au *Schizoneura Carrerei*, et recueillis à Liao Kao Chao (Se-tschuen), au Nord-Est de Yue-Si, par 28°7' de latitude environ, entre le 102° et le 103° de longitude.

Ces fragments, dont le plus grand mesure à peu près 9 cm. 5 de long contre 1 cm. 5 de large (pl. V, fig. 1) et le plus petit (pl. V, fig. 2), 2 cm. 5 de long contre 1 cm. de large, étaient disposés sur les deux faces d'une plaque d'argile, et tous les deux montraient à un certain niveau une région nodale très nette.

Le *Sch. Carrerei* n'a été signalé jusqu'à présent avec certitude que dans les houillères rhétiennes du Tonkin². Il est possible, toutefois, que certains échantillons recueillis par M. Leclère à Kiang-Ti (Kwei-Tschou), tout près de la limite commune du Kwei-Tschou et du Yunnan, ainsi que du Kwang-Si, appartiennent à la même espèce³. Les couches à plantes fossiles de cette dernière région font d'ailleurs partie, selon toute vraisemblance, de l'étage rhétien, comme les formations charbonneuses du Bas-Tonkin⁴.

1. Note présentée à la séance du 6 avril 1914.

2. ZEILLER. Flore fossile des gîtes de charbon du Tonkin, p. 137-143; pl. xxxvi, xxxvii, xxxviii. *Études des gîtes minéraux de la France*, 1903.

3. ZEILLER. Flore fossile du Tonkin (*loc. cit.*), p. 299.

4. In. *Ibid.*, p. 289.

CLADOPHLEBIS NEBBENSIS BRONGNIART, sp.

J'ai remarqué en outre quelques fragments de penes de Fougère à nervation très nette, qui appartiennent au *Cladophlebis nebbensis* (pl. V, fig. 3). Ces fossiles étaient conservés sur deux plaques de grès schisteux et charbonneux recueillies à Cha Koan Tchang (Se-tschuen), petit village situé à environ 1 km. 5 au Nord de Ta-Tien-Pa, c'est-à-dire tout près du 29° de latitude, et à peu près à mi-chemin entre le 102° et le 103° de longitude, au Sud du fleuve Tong Ho et à l'Ouest de son affluent le Pou Hiong.

Le *Cl. nebbensis* constitue une espèce assez cosmopolite, connue dans le Rhétien et le Lias inférieur. L'échantillon sur lequel il a été fondé par Brongniart provient du Lias inférieur de l'île de Bornholm, au Sud de la Suède. On le connaît également dans le Rhétien de Palsjö, en Scanie, dans celui du Groënland, du Japon, du Tonkin (mines de Hongay), au sommet du Permo-Trias (Rhétien ?) de Stormberg (Afrique australe), et aussi dans le Rhétien de la Perse¹.

On ignore jusqu'à nouvel ordre quelles fructifications il a portées ; mais il est possible que ces dernières aient été du même type que celles du *Cladophlebis Roesserti* PRESL, sp., auquel le *Cl. nebbensis* ressemble beaucoup, c'est-à-dire du type *Todea*². Si cette hypothèse se trouvait vérifiée, le *Cl. nebbensis* appartiendrait donc au groupe des Osmondacées, que l'on connaît d'ailleurs, d'après des échantillons non équivoques, dès l'époque paléozoïque.

DICTYOPHYLLUM sp.

Sur l'une des deux plaques de grès dont il vient d'être question, j'ai également observé quelques fragments de limbe de *Dictyophyllum*, bien reconnaissables à leur mode de nervation, mais non déterminables spécifiquement.

Le genre *Dictyophyllum*, qui se maintient depuis le Rhétien jusqu'à l'Infracrétacé, à travers tout le système jurassique, appartient, d'après la nature de ses fructifications, à la famille des Diptéridinées, réduite actuellement au seul genre *Dipteris*, de l'Inde et des Iles malaises.

Au cours de l'ère secondaire, il existait en divers points de l'Europe, en particulier dans le Rhétien de la Suède, ainsi que

1. Cf. ZEILLER. Flore fossile du Tonkin (*loc. cit.*), p. 45-49, 236 ; — Sur les plantes rhétiennes de la Perse recueillies par M. J. de Morgan. *B. S. G. F.*, (4), V, 1905, p. 191.

2. ZEILLER. Flore fossile du Tonkin (*loc. cit.*), p. 48.

dans l'Amérique du Nord, en Chine, en Perse et au Tonkin. Dans le Rhétien de cette dernière région, M. Zeiller en a signalé quatre espèces (*D. Fuchsi* ZEILLER, *D. Remauryi* ZEILLER, *D. Sarrani* ZEILLER, *D. Nathorsti* ZEILLER¹), et j'en ai moi-même indiqué récemment deux nouvelles (*Dict. Gollioni* et *D. Vieillardii*)².

PODOZAMITES cf. *DISTANS* PRESL, sp.

Les autres végétaux fossiles rapportés par M. Legendre appartiennent au groupe des Cycadophytes, qui, comme on le sait, atteint son maximum d'importance aux temps secondaires.

Certains d'entre eux sont constitués par des folioles de *Zamiées* du type *Podozamites*, qui rappellent tout à fait celles du *Pod. distans*. Ils proviennent de deux localités différentes. Les uns, conservés en grande abondance dans une sorte d'argile carbonneuse feuilletée (pl. V, fig. 4 et 5), ont été recueillis à Litze Pin (Se-tschuen), près de Yue Si, au Sud de cette dernière localité.

Un autre échantillon, provenant de Ki Long (Se-tschuen), dans la vallée de la rivière Ngan Ning, à 25 km. au Nord de Ning-Yuan-Fou, est représenté par deux plaquettes de schiste contenant l'empreinte (pl. V, fig. 6) et la contre-empreinte de deux folioles de *Podozamites* cf. *distans*.

Ces diverses folioles rappellent d'autant mieux celles du *Pod. distans* que ces dernières, articulées à leur extrémité proximale, étaient rapidement caduques, ce qui explique qu'on les rencontre en général détachées de leurs supports et réparties isolément à l'intérieur des roches qui les contiennent³.

On sait que le genre *Podozamites* a été rapproché, tantôt des Cycadophytes, tantôt des Conifères, suivant que l'on a interprété ses restes comme des frondes pinnées ou comme des rameaux feuillés.

Schenk a décrit jadis un spécimen de *Podozamites distans*, dont l'axe se trouvait entouré à sa base par plusieurs rangées d'écaillés, de sorte qu'il semblait sortir d'un bourgeon⁴. M. Nathorst a vu à Munich, en 1880, ce même spécimen ou un spécimen analogue. A la base de ce dernier, il a observé, non pas un, mais trois bourgeons, et c'est du bourgeon médian que l'axe

1. ZEILLER. Flore fossile du Tonkin (*loc. cit.*), p. 98 et suiv.

2. F. PELOURDE. Sur quelques végétaux fossiles du Tonkin. *Bull. Serv. géol. de l'Indochine*, vol. I, fasc. 1.

3. Cf. ZEILLER. Flore fossile du Tonkin (*loc. cit.*), p. 160.

4. SCHENK. Die fossile Flora der Grenzschichten des Keupers und Lias Frankreichs. Wiesbaden, 1867, pl. xxxvi, fig. 3.

lui a semblé sortir¹. Il a en outre décrit un spécimen de *Podozamites* de Bjuf dont la base, un peu renflée, était également recouverte d'écaillés²; et il l'a considéré comme un rameau supportant des feuilles insérées sur lui d'une manière spiralee.

D'autres fossiles, recueillis à Stabbarp, Skromberga et Palsjö, lui sont apparus comme des rameaux étroits possédant deux séries de feuilles alternes. L'un de ceux de Palsjö était encore pourvu de son extrémité proximale, renflée comme celle du spécimen de Bjuf.

M. Nathorst a conclu de cet ensemble d'observations que les *Podozamites* possédaient deux sortes de rameaux, les uns pourvus de feuilles spiralees, les autres, plus nombreux que les précédents, pourvus seulement de deux rangées de feuilles.

En tout cas, les feuilles des *Podozamites* rappellent tout à fait des macrosporophylles de *Cycadocarpidium* dépourvus de graines. Dans toutes les localités où l'on a rencontré le genre *Cycadocarpidium*, qui, à certains égards, rappelle beaucoup les fructifications des Zamées actuelles, le genre *Podozamites* existait également. M. Nathorst a d'ailleurs décrit autrefois, sous le nom de *Podozamites*, des fossiles de Bjuf qui représentent en réalité des macrosporophylles de *Cycadocarpidium*³.

Cela ne veut naturellement pas dire que tous les restes décrits sous le nom de *Podozamites* correspondent à des fructifications du type *Cycadocarpidium*. Mais, tout considéré, une partie au moins de ces restes semblent bien avoir appartenu à des plantes construites comme des Conifères dans leur appareil végétatif, et comme des Cycadales dans leur appareil reproducteur.

Quoi qu'il en soit, le *Pod. distans* semble avoir existé depuis le Rhétien jusque dans l'Oolithe, et avoir eu une grande extension géographique; on le rencontre, en effet, en Europe, ainsi qu'en divers points de l'Asie, notamment dans le Rhétien du Tonkin⁴, de la Perse⁵, du Japon, et dans le Jurassique de la Sibérie.

Le *Podozamites lanceolatus* LINDLEY et HUTTON sp., de l'Oolithe inférieure, très voisin du *Pod. distans*, qui, d'après Heer et divers autres paléontologistes, en constituerait une simple variété, est connu dans le Jurassique de l'Europe et de l'Asie, notamment en Chine et dans les « Upper Gondwanas » de l'Inde.

1. NATHORST. Paläobotanische Mitteilungen, 10 : Ueber die Gattung Cycadocarpidium nebst einigen Bemerkungen über Podozamites. *Kungl. Svenska Vetenskapsakad. Handlingar*, bd. 46, n° 8, p. 7.

2. *Ibid.*, pl. 1, fig. 20, 21.

3. *Paläobotanische Mitteilungen*, 10 (*loc. cit.*), p. 5.

4. ZEILLER. Flore fossile du Tonkin (*loc. cit.*), p. 159-163, et pl. XLII, fig. 1-4.

5. ZEILLER. Sur les plantes rhétiennes de la Perse... (*loc. cit.*), p. 193.

PTEROPHYLLUM sp.

M. Legendre a rapporté un autre débris de Cycadophyte (pl. V, fig. 7), recueilli dans la localité dite Lang Pa Pou (Yunnan), au Sud du Fleuve bleu, à une certaine distance au Nord-Ouest de Yunnan-Fu, entre le 101° et le 102° de longitude, d'une part, et entre le 25° et le 26° de latitude, d'autre part.

Ce fossile, conservé sur une roche schisteuse, comprend seulement un fragment de rachis, auquel adhère une pinnule unique, mais le mode d'insertion de cette dernière et sa nervation permettent néanmoins d'affirmer que l'on a affaire au genre *Pterophyllum*.

Ce genre apparaît distribué dans le temps depuis le sommet du Stéphanien jusque vers le milieu du crétacé, avec un maximum d'importance dans le Trias supérieur, le Rhétien et le Lias. Il s'est montré assez abondant dans le Rhétien du Tonkin, où M. Zeiller en a signalé 8 espèces dont 3 sont, jusqu'à nouvel ordre tout au moins, spéciales à cette région (*Pt. Bavieri*, *Portali*, *Schenki*¹). Il a encore été signalé en d'autres points de l'Asie, notamment dans le Rhétien de la Perse et de la Chine, ainsi que dans les « Upper Gondwanas » de l'Inde.

CONSIDÉRATIONS GÉOLOGIQUES

En résumé, les végétaux fossiles dont il vient d'être question ont été recueillis de part et d'autre du 102° de longitude, sensiblement sur une même ligne droite, dirigée du N.N.E au S.S.W., et commençant un peu au Nord du 29° de latitude pour se terminer au Sud du 26°.

D'après M. Legendre, les diverses localités d'où proviennent ces végétaux, tout au moins les quatre premières, celles du *Schiz. Carrerei*, du *Clad. nebbensis*, du *Dictyophyllum* et du *Pod. distans*, qui font partie du Se-Tschuen, seraient toutes situées sur un même gisement de charbon exploité par les Chinois, d'une manière très imparfaite, d'ailleurs. Ces derniers se contentent de creuser des galeries superficielles, qui se remplissent d'eau et qu'ils doivent abandonner très vite. Ils brûlent, paraît-il, les schistes charbonneux tels que celui qui contenait le *Clad. nebbensis* dont j'ai parlé précédemment.

D'une manière générale, d'ailleurs, dans les diverses régions de la Chine, l'exploitation des mines paraît se poursuivre d'une façon très primitive. Aussi, le charbon qui en résulte se trouve-t-il souillé par une forte proportion de substances terreuses et

1. ZBILLER. Flore fossile du Tonkin (*loc. cit.*), p. 177-200.

laisse-t-il après la combustion une quantité de cendres particulièrement notable. Dans les houillères du Yunnan, il n'y a même pas de raison pour chercher à l'extraire pur, puisqu'on le mélange avec $1/3$ d'argile pour en faire des briquettes propres au chauffage des locomotives¹.

En tout cas, si nous comparons la liste des plantes fossiles donnée dans ce travail à celles des régions plus ou moins voisines des territoires traversés par M. Legendre, nous constatons tout d'abord que les trois espèces déterminables de cette liste (*Schiz. Carrerei*, *Clad. nebbensis*, *Pod. distans*), sont connues dans le Rhétien du Tonkin, et que les genres *Dictyophyllum* et *Pterophyllum* se trouvent également représentés dans ce terrain par un assez grand nombre d'espèces. Le *Schizoneura Carrerei* n'a même été signalé jusqu'ici que dans cette dernière région, et, avec une certaine incertitude, dans le Rhétien de Kiang-Ti (Kouei-Tschou).

Le *Pod. distans* a été signalé par Schenk² parmi des échantillons de Thin-kia-po (Shensi méridional) étudiés jadis par Brongniart³ et provenant de terrains qui paraissent d'âge rhétien⁴.

Aucune des formes que je viens de signaler, non plus qu'aucune de celles rencontrées par Richthofen et von Loesy dans les régions chinoises qu'ils ont traversées⁵, ne fait partie de la flore des « Lower Gondwanas » de l'Inde; tandis que des types de cette flore, en particulier des *Glossopteris*, ont été signalés au Tonkin et dans les régions du Yunnan et du Kwei-Tschou visitées par M. Leclère.

Au Sud-Est des régions traversées par M. Legendre, l'étage rhétien a été signalé avec beaucoup de netteté et sur une assez grande étendue, d'après des constatations d'ordre paléobotanique et stratigraphique, dans le Yunnan (Taï-Pin-Tchang, Mi-Leu), ainsi que dans le Kwei-Tschou (Kiang-Ti), c'est-à-dire en des points relativement très proches des gîtes de charbon du Tonkin. Dans les terrains en question, M. Leclère a en effet découvert un horizon à charbon contenant des débris d'une flore tout à fait comparable à celle du Rhétien du Bas-Tonkin⁶.

1. LANTENOIS. Note sur la géologie et les mines de la région comprise entre Lao-Kay et Yunnan-Sen. *Ann. des Mines*, 1907, p. 107-111.

2. SCHENK, *Fossile Pflanzen*, in : *Die wissenschaftlichen Ergebnisse der Reise des Grafen Bela Szechenyi in Ostasien*, Dritter Band, Vienne, 1899, p. 309.

3. BRONGNIART. Note sur les plantes fossiles de Tinkiaiko (Shensi méridional) envoyées en 1873 par M. l'abbé A. David. *B. S. G. F.* (3) II, 1873-74, p. 408.

4. SCHENK, *loc. cit.*, p. 324-325.

5. Voir à ce sujet : RICHTHOFEN, China, et VON LOESY, *Die wissenschaftlichen Ergebnisse der Reise des Grafen Bela Szechenyi in Ostasien*, Erster Band, 3^e partie : L. VON LOESY, *Beschreibung der geologischen Beobachtungen und deren Resultate*; voir aussi le 3^e volume de ce travail, déjà cité (SCHENK, *Fossile Pflanzen*).

6. ZEILLER. Flore fossile du Tonkin (*loc. cit.*), p. 245, 303.

Cet horizon surmonte des grès et marnes rougeâtres qui le séparent de calcaires marins coralligènes du Trias moyen et semblent eux-mêmes appartenir au Trias supérieur, et, au-dessus de lui, on observe un calcaire dolomitique d'âge jurassique et probablement liasique ¹.

En explorant, depuis le voyage de M. Leclère, la partie orientale du Yunnan, entre Mong-tsze, Yun-nan-fu et Tong-Tchouan-fu, M. Deprat n'a observé en fait de dépôts sédimentaires postérieurs au Trias supérieur que des roches pliocènes, déposées au fond d'anciens lacs, et des roches pléistocènes. Mais, en s'appuyant notamment sur la découverte de M. Leclère, il présume que des dépôts de Rhétien continental ont dû se former dans le Yunnan oriental et disparaître ensuite sous l'influence de l'érosion. Ces dépôts auraient établi un lien entre ceux du Tonkin et de la haute Rivière Noire, d'une part, et ceux du Se-tschuen et de la frontière du Yunnan et du Kwei-Tschou, d'autre part ². Depuis le Sud du Shensi jusqu'au Bas-Tonkin, en passant par le Se-tschuen, le Yunnan et l'Ouest du Kwei-Tschou, on connaît donc diverses localités pourvues de dépôts rhétiens continentaux. Tout se passe comme si, au moment où ces dépôts se sont formés, il avait existé une grande terre émergée, comprenant principalement la plus grande partie du Tonkin, de l'Indo-Chine, du Yunnan et du Se-tschuen. Dans cette dernière province, les dépôts en question font partie de l'important gisement mésozoïque désigné par Richthofen sous le nom de « rothes Becken » (Bassin rouge) ³. Pendant leur formation, la mer se trouvait rejetée dans la région birmane et dans la région de Malacca, et limitée vers le Sud-Ouest par le territoire de Gondwana ⁴.

Elle existait également à l'Est du Tonkin, où M. Deprat vient de signaler, sur la bordure occidentale du delta du Fleuve Rouge, l'existence de terrains appartenant au Rhétien marin et contenant du charbon gras, des restes d'animaux identiques à ceux des « Napeng beds » de Birmanie, et, par endroits, des végétaux fossiles semblables à ceux des mines de Hongay ⁵. M. Deprat est

1. LECLÈRE. Étude géologique et minière des provinces chinoises voisines du Tonkin. *Ann. des Mines*, 9^e série, XX.

2. Étude géologique du Yunnan oriental: 1^{re} partie, Géologie générale, par DEPRAT, p. 218, 219.

3. RICHTHOFEN, China, II, p. 604, 614.

4. Cf. DEPRAT, *loc. cit.*

5. DEPRAT. Sur la présence du Rhétien marin avec charbon gras sur la bordure occidentale du delta du Fleuve Rouge (Tonkin). *C. R. Ac. Sc.*, 16 mars 1914, p. 815-817.

en mesure d'affirmer que les couches à *Myophoria napengensis* du Rhétien marin de Birmanie se poursuivent sans interruption depuis cette dernière contrée jusqu'au golfe du Tonkin; les couches à charbon de Hongay, avec leurs formations clastiques et deltaïques, représentent ainsi le bord d'un géosynclinal qui, à l'époque rhétienne, correspondait au bassin actuel de la Rivière noire.

En somme, parmi les fossiles considérés dans ce travail, une espèce apparaît, jusqu'à nouvel ordre tout au moins, exclusivement rhétienne (*Schiz. Carrerei*); une autre est connue seulement dans le Rhétien et le Lias inférieur (*Clad. nebbensis*); enfin, la troisième a une extension verticale assez considérable, puisqu'elle existe depuis le Rhétien jusque dans la série oolithique (*Pod. distans*).

De plus, ces trois formes, de même que le genre *Dictyophyllum*, et aussi le genre *Pterophyllum*, existent en quantité notable dans les couches de houille du Tonkin, qui constituent le gisement rhétien de beaucoup le mieux connu, au point de vue paléobotanique, de toute la région qui nous intéresse.

Ces considérations semblent militer suffisamment en faveur de l'attribution à l'étage rhétien des terrains d'où proviennent les fossiles étudiés dans ce travail. Cette déduction se trouve renforcée dans une large mesure par la présence certaine de l'étage en question en plusieurs points, aux environs des territoires explorés par M. Legendre, et par l'opinion de M. Deprat sur sa distribution initiale.

La seule localité sur laquelle subsiste une certaine hésitation est celle qui contenait le débris de *Pterophyllum*, tant à cause de la grande extension verticale de ce genre qu'à cause de la distance qui sépare la localité en question de celles qui contenaient les autres fossiles. Mais, étant donné que le genre *Pterophyllum* présente son maximum d'importance dans le Trias supérieur, le Rhétien et le Lias, il semble en tout cas infiniment probable que les terrains de Lang Pa Pou appartiennent au groupe secondaire.

Cette conclusion ne saurait être mise en doute, à aucun point de vue, en ce qui concerne les localités à *Schiz. Carrerei*, *Clad. nebbensis*, *Dictyophyllum* et *Pod. distans*; et comme ces localités font partie d'un même gisement de houille, il s'ensuit, en définitive, que les terrains de la région située entre Ta Tien Pa et Ki Long sont d'âge mésozoïque et presque certainement rhétien.

NOUVELLES RECHERCHES SUR QUELQUES INSECTES DU SANNOSIEN D'AIX-EN-PROVENCE

PAR **Fernand Meunier**¹.

PLANCHES VI et VII.

La faune entomologique des plâtrières de l'Oligocène inférieur d'Aix-en-Provence a déjà fait l'objet de recherches de Curtis, de Heer, de E. Oustalet et de Nicolas ; en 1903, j'ai signalé et figuré un Hyménoptère, *Pimpla Renevieri*, de la même formation géologique.

Le gisement sannoisien a fourni une ample moisson d'empreintes d'Insectes dont malheureusement un assez grand pourcentage, de conservation assez défectueuse, empêche souvent d'arriver à des déterminations rigoureuses. Chez les Diptères, c'est l'effacement des nervures des ailes qui oblige fréquemment le chercheur à se borner à des déterminations génériques. Chez les Coléoptères, ce sont les caractères des organes buccaux, les antennes et la ponctuation des élytres, en partie effacée ou peu déchiffirable.

Chez les Hémiptères et de rares Homoptères les nervures (veines) des deux paires d'ailes et la morphologie, assez variable, des antennes fournissent, si ces organes sont bien distincts, de bons caractères génériques et spécifiques. A Aix, le mode de conservation est loin d'être aussi satisfaisant que pour les Insectes du Houiller de Commentry (Allier) où les empreintes offrent souvent des caractères d'une netteté remarquable. Quelques années après la prise des échantillons dans les plâtrières beaucoup d'Articulés perdent, partiellement du moins, leur chitine, ils subissent aussi une altération, assez accusée, au contact de la poussière et des agents atmosphériques.

Par leur rapide effritement, les feuilletts sannoisiens coopèrent aussi à l'effacement des empreintes.

Ce mode de destruction, déjà bien reconnaissable pour les schistes d'Aix, est notablement plus accusé pour les Articulés de Céreste (Basses-Alpes).

Dans le but de préserver les plaquettes à fossiles on les enduit

1. Note présentée à la séance du 6 avril 1914.

d'une faible couche de vernis. Ce mode de conservation est complètement à rejeter. S'il préserve la délicate chitine de s'effriter par place, il masque ordinairement les caractères de frêles bestioles, comme les *Bibionidæ*, les *Cacidomyidæ*, les *Sciaridæ*, les *Mycetophilidæ* ou d'autres Diptères. Le vernis donne à l'empreinte un aspect craquelé, il peut induire en erreur le paléontologiste et rend souvent indistincts les meilleurs caractères génériques et spécifiques.

Les couches sannoisiennes d'Aix fournissent quelques espèces intéressantes au point de vue de la paléontologie stratigraphique. Mentionnons notamment *Hipporhinus Heeri* GERMAR et *H. Schaumi* HEER qui sont très abondants sur les plaquettes. Parmi les Hémiptères, relatons les *Pachymerus pulchellus*, *P. fasciatus*, *P. Boyeri* HEER et *P. Murchisoni* HEER espèces classiques à Aix et à Radoboj en Croatie (Autriche).

Dans le monde des Diptères, les Bibionides offrent une série d'espèces, dont les caractères pourraient être précisés, qui nécessitent une revision systématique avant de pouvoir être utilement consignés dans des recherches de paléontologie stratigraphique. Beaucoup de formes, vu leur rareté, n'offrent conséquemment qu'un médiocre intérêt si ce n'est au point de vue de l'évolution des espèces tertiaires et des relations fauniques.

Après la revision de toutes les collections des Musées d'Europe nous tenterons de donner un tableau de paléontologie stratigraphique. Actuellement, ce travail serait prématuré et forcément incomplet.

Le dépouillement des Insectes sannoisiens des Musées de Marseille, d'Aix et de Lyon m'a permis d'observer au milieu de formes classiques, dont plusieurs demandent à être précisées, quelques nouvelles espèces se classant comme suit :

1. NÉVROPTÈRES : *Libellula* LINNÉ ; *Calopteryx* LEACH.
2. ORTHOPTÈRES : *Decticus* SERVILLE.
3. HÉMIPTÈRES : *Velia* LATREILLE.
4. HOMOPTÈRES : *Euacanthus* LEZ et SERV.
5. HYMÉNOPTÈRES : *Anthophorites* HEER ; *Ichneumon* LINNÉ.
Bracon FABRICIUS ; *Hylotomites*.
6. DIPTÈRES : *Palæogeron* ; n. gen. *Tetragoneura* WINN. ; *Tripula* LINNÉ.

Description des espèces.

LIBELLULA MARTINI n. sp.

Les odonates de ce genre ont cellula cardinalis (Flügeldreieck) des ailes antérieures très différente des postérieures. Il en est

de même d'autres *Libellulidæ* comme les *Cordulia*, les *Epitheca* et autres genres. De plus, le nodus n'est pas orné de nervure triangulaire (Dreistrahlige ADER) comme c'est le cas chez les *Epitheca*. Quelques auteurs ont signalé le genre *Libellula* des schistes sannoisiens d'Aix. Citons Serres en 1829, Heer en 1856 (larves de *L. aglaia* et *Peræ*) et Nicolas (larves de *L. Requieniana* et *L. Pourquerÿi*).

Dans son mémoire sur les Insectes fossiles de l'Auvergne, E. Oustalet a reproduit l'aile antérieure d'un *Aeschnidæ* de Heer (*Insectenfauna*, II, pl. v, fig. 12).

L'aile antérieure de la nouvelle forme que je dédie à M. René Martin, auteur de remarquables travaux

sur les Odonates européens et exotiques, est entièrement conservée, à l'exception de l'endroit où se trouve le sector primus (bout apical). Elle mesure 55 mm. de longueur et 14 de largeur. (pl. VI, fig. 1).

On observe les caractères suivants : il y a 16 nervules antécubitales, il en existe 17 entre la sous-costale et le radius. Sur la partie conservée de l'aile, on remarque 12 nervules postcubitales (*p.c.*) (Postcubitalquerader) ; il y en avait encore, vraisemblablement, cinq ou six. Champ du nodus (*N*) bien développé. Le sector medius (*s.m.*) et le radius medius (*r.m.*) comme dans *Libellula fulva* de la faune actuelle. Sector nodalis (*s.n.*) et sector subnodalis (*s.s.n.*) à peine convexes, le sector trigonali superior (*s.t.r.s.*) convexe et distinctement plus rapproché du bord postérieur de l'aile que dans *Libellula fulva* dont la taille est très voisine de celle de l'espèce des plâtrières d'Aix. Tissu gaufré (réticulé) du fond de l'aile comme chez les *Libellulidæ*.

Musée de Marseille, n° 5898.

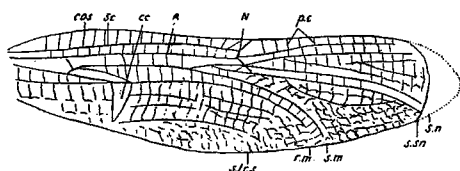


FIG. 1. — Restauration de l'aile de *Libellula Martini* MEUNIER.

Cos, Costale ; *sc*, Sous-costale ; *R*, Radius ; *cc*, Cellula cardinalis ; *N*, Nodus ; *pc*, Transversales postcubitales ; *s.tr.s*, Sector trigonali superior ; *r.m*, Radius medius ; *s.m*, Sector medius ; *s.sn*, Sector subnodalis ; *s.n*, Sector nodalis.

CALOPTERYX SANNOISIENSIS n. sp.

Les Odonates Isoptères s'observent très rarement sur les plaquettes d'Aix. On sait que les *Agrionidæ* se reconnaissent, au premier aspect, à leurs deux paires d'ailes amincies ou visible-contractées à la base, que la variation de ces organes offre peu

de caractères différentiels et qu'il n'existe pas de cellule cardinale ou triangulum (Flügeldreieck).

L'espèce sannoisienne a la plus grande ressemblance avec les *Calopteryx splendens* HARR. et *C. virgo* LINNÉ au point de vue des nervures : costale, sous-costale, du nodulus, des cubitus anterior et posticus et des autres nervures.

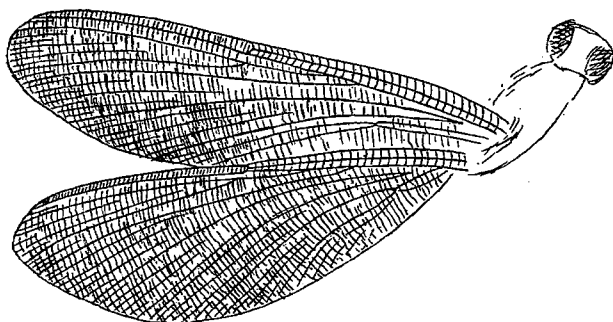


FIG. 2. — Restauration des ailes de *Calopteryx sannoisensis* MEUNIER.

Le tissu réticulé des champs de l'aile est construit sur le même plan que les espèces citées¹.

Par sa petite taille de 28 mm., *Calopteryx sannoisensis* se distingue immédiatement des *C. virgo* et *C. splendens* qui ont respectivement : l'une 35 mm. aux ailes antérieures, l'autre de 30 à 34 mm. L'espèce fossile n'est représentée que par les deux ailes postérieures (pl. VI, fig. 2). Vu l'absence d'autres caractères, il est difficile de comparer cette forme avec celles des régions chaudes.

Musée d'Histoire naturelle de Marseille, n° 5897.

DECTICUS ANTIQVUS n. sp.

Ce fossile n'est représenté, sur les plaquettes d'Aix, que par une patte postérieure d'un *Dectiecidæ* que je range parmi les *Decticus* (pl. VII, fig. 1). Cette espèce a de grands rapports avec *Decticus verrucivorus* LINNÉ.

Les fémurs sont ornés d'une striation très caractéristique et les tibias garnis d'épines. Sur le schiste, les quatre épines apicales de ces organes (elles manquent rarement) sont assez distinctes. Cette patte a aussi de la ressemblance morphologique avec les *Thamnotrizon* CHABRIER.

Musée de Marseille, n° 5911.

1. A défaut des couleurs du corps, on ne peut pousser plus loin les rapports de l'espèce fossile avec les formes actuelles.

S.-H. Scuder relate les espèces tertiaires suivantes :

Decticus extinctus (Aquitanien), *D. speciosus* HEER (Tortonien), et *D. unbricus* FRIC (l'horizon exact n'est pas spécifié).

VELIA BOLATIA n. sp.

En 1829, M. de Serres signale le genre *Gerris* sur les schistes sannoisiens d'Aix en le comparant à *Gerris currens* (Géogn. terrains tertiaires, p. 228).

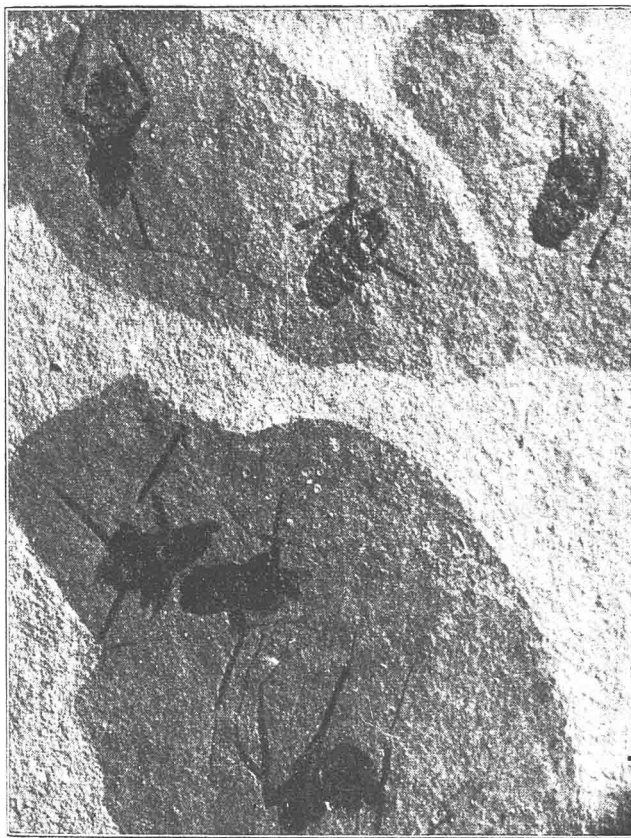


FIG. 3. — *Velia Bouatia* MEUNIER n. sp.

En étudiant les fossiles du Musée d'Aix, j'ai observé plusieurs plaquettes ornées de colonies du genre *Velia*) dont les formes trapues le font immédiatement reconnaître des *Gerris* et des autres genres, tant leur aspect morphologique est critère (pl. VI, fig. 3). La conservation de ces Articulés ne permet pas de faire un

examen comparatif détaillé de la forme tertiaire avec *Velia* (*Gerris*) *currens*. M. de Serres n'ayant pas figuré cet Hémiptère, dont la taille semble inférieure à l'espèce citée, je propose de nommer cette curieuse forme *Velia Bouati* en l'honneur du Directeur du Musée d'Aix.

Cet hydrométride a de 3 à 4 mm. de longueur, les pattes postérieures en ont environ 8. A en juger d'après l'aspect de de ces Articulés, ils ne se sont guère transformés depuis l'époque de leur dépôt sur les schistes de l'Oligocène inférieur.

L'examen du type de cet auteur permettra de décider si ce fossile est synonyme de *Gerris*. La robustesse des pattes des *Velia* est bien caractéristique.

EUACANTHUS BELLUS n. sp.

Au premier aspect, cette espèce paraît avoir une grande ressemblance avec *Bythoscopus muscarius* HEER¹ du même horizon géologique.

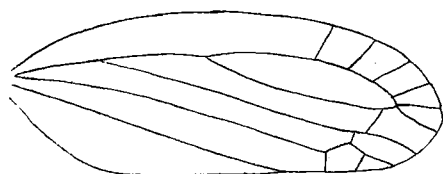


FIG. 4. — Restauration de *Euacanthus bellus*
MEUNIER.

Elle en diffère, assez notablement, par la morphologie de la nervation (veination) des ailes antérieures. Le secteur externe (äussere sector) est fourchu avant son milieu, chacune de ses branches l'est aussi. Il y a cinq cellules apicales.

L'espèce fossile — diffère de *E. interruptus* LINNÉ ou de *E. acuminatus* FABR. par de menus détails de la topographie des ailes. (pl. VI, fig. 4).

Par la taille de 8 mm. de longueur, la forme des plaquettes d'Aix se sépare peu de *E. interruptus* qui est chez la femelle, de 6 à 7 mm. ; celle de *E. acuminatus* n'est que de 6 à 6 mm. 1/2 chez les individus de même sexe².

De nouveaux documents permettront vraisemblablement d'établir pour cette espèce le genre *Palæoeuacanthus* (n. g.).

ANTHOPHORITES MELLONA HEER (MEUN.).

J'ai vu sur les schistes d'Aix un *Apidæ* qui semble devoir être identifié avec cette espèce décrite par le savant paléontolo-

1. Insektenfauna tertiärgebirge von Oeningen und von Radoboj, t. II, p. 112-114 ; pl. XIII, fig. 4a et b.

2. Les autres caractères ne sont pas assez critères pour les décrire minutieusement.

giste suisse¹. Aux ailes, on distingue peu nettement les cellules cubitales. Certaines formes d'Andrènes (comme *Andrena ovina* KLÜG) semblent bien voisines de l'espèce de Heer. Dans la diagnose de *Anthophorites mellona*, il signale que la tête est visiblement plus étroite que le thorax ce qui ne se vérifie pas sur la figure relative à ce fossile (pl. VII, fig. 4). Chez le type étudié, la tête est assez clairement ponctuée et un peu moins large que le thorax, la ponctuation de cet organe est plus forte et comme granuleuse.

Les pattes de cet *Apidæ* sont robustes (pl. VI, fig. 5-5a).

Demeilleurs documents de comparaison s'imposent avant d'être fixé si cet Articulé est à maintenir parmi les *Anthophorites*, à placer avec les *Eucera*, qui ont seulement deux cellules cubitales, ou à ranger parmi les *Andrenidæ* du genre *Andrena*. Disons encore que *A. latinia*, *A. tonsa* et *A. veterana* HEER sont des formes beaucoup plus douteuses que *Anthophorites mellona* HEER. Feu Nicolas², signale *A. Gaudryi* OUSTALET³, espèce peu critère. Taille de l'Insecte : 16 mm. de longueur.

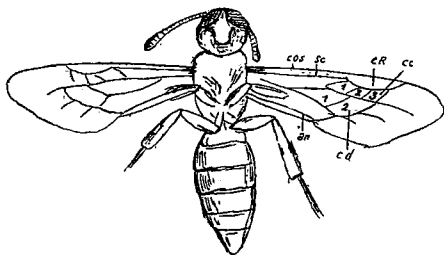


FIG. 5. — Restauration de *Anthophorites mellona* HEER (MEUNIER).

cos, Costale; sc, Sous-costales; cr, Cellule radiale; cc, Cellules cubitales (1, 2, 3); cd, Cellules discoïdales (1, 2); an, Nervure anale.

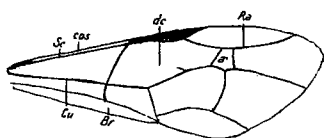


FIG. 6. — Aile antérieure de *Ichneumon* LINNÉ.

cos, Costale; sc, Sous-costale; ra, Radius; cu, Nervure cubitale; dc, Cellule discoïdale; br, Bra-chium; a, Aréole.

à sept segments, les petits sont robustes⁴ (pl. VII, fig. 2). O. Heer

ICHNEUMON SUBLONGÆVUS n. sp.

Ce *Terebrantia* a 18 mm. de longueur, l'aile antérieure en a 11. Antennes robustes, longues, vibrantes. Cellule discocubitale grande, cellule discoïdale un peu moins développée; l'aréole (spiegelzelle) nettement triangulaire, assez petit. Vu du dos, l'abdomen

1. *Loc. cit.* p. 99. Zweite abtheilung: Heuschrecken. Florfliegen, Aderflügler, Schmetterlinge und Fliegen.

2. *Assoc. fr. pour l'Avancement des Sciences*, Paris, 1889, 18^e session, p. 428.

3. *Insectes fossiles de l'Auvergne*, p. 114. pl. II, fig. 11, 12 et 13.

4. La fossilisation empêche de donner une détermination plus rigoureuse de cette espèce et de la comparer aux formes récentes.

2 février 1915.

(Insektenfauna, t. II, p. 166) a décrit (aussi figuré, pl. XIII, fig. 11) un *Ichneumon* (*I. longævus*) des schistes de Radoboj (Croatie) dont la taille est un peu supérieure à celle des plaquettes d'Aix et qu'il a comparé à *Ichneumon fusorius* GRAVENHORST.

Musée de Marseille. Empreinte et contre-empreinte n° 5948.

BRACON VASSEURI n. sp.

Les *Terebrantia* de la famille des *Braconidæ* doivent être très rares sur les plaquettes sannoisiennes d'Aix, car Pictet est le seul auteur qui, en 1854, se soit borné à signaler la présence de ce genre. Le Musée de Marseille possède 4 spécimens (empreintes et contre-empreintes) n°s 112, 113, 114, 115.

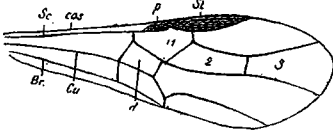


FIG. 7. — Aile antérieure de *Bracon Fabricius*.

cos, Costale; sc, Sous-costale; cu, Cubitus; br, Brachium; 1, 2, 3, Cellules cubitales; d, Cellule discoïdale; St, Stigma; p, Parastigma.

L'insecte a 4 mm. $\frac{3}{4}$ de longueur, l'aile antérieure en a $\frac{4}{5}$; les antennes ont 5 mm. de longueur. Les ailes antérieures devaient être enfumées le long du bord costal et très distinctement au stigma. La nervation (veination) bien appréciable, est celle du genre *Bracon*: champ du stigma large, trois cellules cubitales dont la première reçoit,

à la base, la nervure basale (nervus basalis) et vers son extrémité la nervure cubitale transversale (nervus transverso cubitalus primo). L'abdomen est ovoïde, allongé; les pattes sont robustes (pl. VII, fig. 3).

La conservation de ce minuscule fossile, quoique assez bonne, ne permet pas de le comparer, pour le détail des caractères, aux espèces actuelles. La forme d'Aix a beaucoup de ressemblance avec *Bracon variegator* NEES. Si j'en juge d'après le spécimen du Musée de Marseille, ces *Terebrantia* n'ont guère évolué depuis les temps oligocènes (ou de l'Éocène supérieur). L'espèce des plaquettes d'Aix semble être une forme bien paléarctique.

Je me fais un réel plaisir de dédier ce beau fossile à M. Vasseur, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Genre *HYLOTOMITES* n. gen.

HYLOTOMITES ROBUSTA n. sp.

Je place dans ce nouveau genre quelques Mouches à scie (*Chalastogastra* KUNOW) des plâtrières d'Aix. Ces Hyménoptères ont l'aspect général des *Hylotoma* LATREILLE dont les ailes ont la cellule radiale distinctement appendicée. L'espèce du Sanno-

sien ressemble beaucoup à *Hylotoma rosæ* LINNÉ chez qui le bord costal et l'emplacement occupé par le pterostigma sont fortement épaissis. Les antennes, le thorax et l'abdomen sont aussi robustes que chez l'espèce citée. La nervation, assez effacée et enchevêtrée, empêche de mentionner le détail des nervures. Le caractère, très critère, de la cellule radiale n'étant pas visible, j'établis pour ce *Chalastogastra*, en attendant de nouveaux documents, le genre *Hylotomites* pour bien rappeler la grande ressemblance de son faciès avec celui des *Hylotoma* LATREILLE¹ (pl. VII, fig. 4). Taille de l'insecte : 7 mm. de longueur.

Musée d'Histoire naturelle de Marseille, n° 107 à 111.

Genre *PALÆOGERON* n. gen.

PALÆOGERON VETUSTUS n. sp.

Les Diptères de la famille des *Bombylidæ* sont peu représentés à l'état fossile dans les terrains de l'Oligocène inférieur et du Miocène supérieur².

Le Musée d'Histoire naturelle de Lyon possède une plaquette ornée d'un insecte de cette famille ayant plusieurs traits de ressemblance avec le genre *Geron* dont les espèces, on le sait, sont cantonnées dans les régions chaudes (pl. VII, fig. 5).

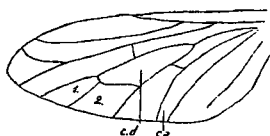


FIG. 8. — Restauration de l'aile de *Palæogeron vetustus* MEUNIER.
cd, Cellule discoïdale; ca, cellule anale; 1, 2, cellules postérieures.

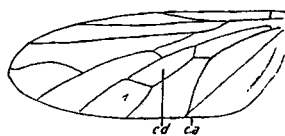


FIG. 9. — Aile de *Geron* MEIJEN.
cd, Cellule discoïdale; ca, Cellule anale; 1, Cellule postérieure.

Les ailes de ce *Bombylidæ* ont une envergure totale de 20 mm., la longueur du corps (visible) est de 7 mm. Elles sont assez larges à la base, comme c'est le cas chez les vrais *Geron* MEIGEN.

Nervure médiastine plus visible que chez les *Geron* mais très voisine de *Systropus Willistoni* de la faune néarctique. De la cellule discoïdale partent trois nervures formant conséquemment deux cellules postérieures (hinterrandzelle) au lieu d'une seule

1. Deux spécimens offrent des traces de la teinte jaune-paille de *Hylotoma rosæ*. Cette coloration peut être naturelle, elle peut aussi avoir été produite par une altération chimique des tissus lors du dépôt de ces Articulés.

2. En 1910, j'ai donné la diagnose d'un *Bombylidæ* de l'ambre de la Baltique. *Bull. de la Soc. ent. de France*, n° 19, pp. 349-350.

comme c'est le cas chez les *Systropus* et les *Geron*. Le nouveau fossile se différencie aussi des *Geron* par la cellule anale assez ouverte (*ca*) (elle est fermée et appendicée chez les *Geron*).

Disons encore que par la largeur basique de l'aile ce fossile rappelle davantage les *Geron* (l'aile des *Systropus* est assez étroite à la base).

TIPULIDÆ.

Oswald Heer a décrit *Limnobia Murchisoni* des plâtrières d'Aix et Hope a signalé, sans la décrire, une Tipule de cette formation. Depuis les recherches de Heer, on connaît les *Tipula æmula*, *T. varia*, *T. lineata*, *T. obtecta* et *T. Ungerii* des schistes de Radoboj en Croatie. Le Musée de Marseille possède quelques *Tipula* dont la conservation, non entièrement parfaite, ne permet pas de les comparer rigoureusement aux formes de Radoboj ou aux espèces récentes.

Je me borne à signaler actuellement leurs caractères principaux me réservant plus tard, au moyen de meilleurs documents, de décrire le détail de leurs organes.

1. *Tipula* n. sp.

Corps cylindrique, long; ailes assez larges et paraissant immaculées.

Longueur du corps 30 mm.; longueur de l'aile 23 mm.

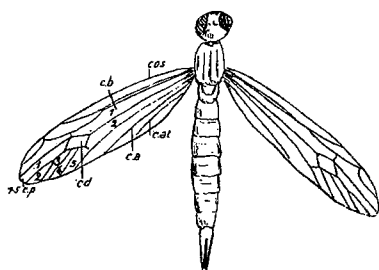


FIG. 10. — Restauration de *Tipula grandis*.

cos, Costale; *cb* (1, 2), Cellula basalis anterior et posterior; *cp* (1-5), Cellules postérieures; *cd*, Cellule discoïdale; *ca*, Cellule anale.

2. *Tipula grandis* n. sp.

Corps cylindrique, long, large; ailes amples, immaculées.

Longueur du corps 30 mm., longueur de l'aile 29 mm.

Ce *Tipula* est bien distinct du précédent.

On a aussi décrit des espèces intéressantes de *Tipula* des lignites de Rott (Allemagne)¹ du succin ou ambre de la Baltique² et des terrains tertiaires des États-Unis³.

1. L. VON HEYDEN. Fossile Dipteren aus der Braunkohlé von Rott im Siebenbirge. *Palæontographica*, bd. XVII, Cassel 1870.

2. F. MEUNIER. Monographie des Typulidæ et des Dixidæ de l'ambre de la Baltique. *Ann. des Sciences naturelles*, 9^e série, t. IV, Paris 1906.

3. H. SCUDDER. Tertiary Tipulidæ with special reference to those of Florissant, Colorado. *Proc. Amer. Philos. Soc.* vol. XXXII, 1894.

MYCETOPHILIDÆ.

Les Diptères de cette famille paraissent assez rares sur les plaquettes d'Aix. O. Heer a décrit de cette formation, les *Mycetophila pallipes*, *M. Meigeniana*, et *M. morio*, mais les descriptions relatives à ces frères *Orthorrhapha* manquent de précision et doivent être prises dans le sens large du mot, feu Winnertz ayant fait un utile démembrement générique parmi les espèces de l'ancien genre *Mycetophila* MEIGEN. Ce Mycétophilien a 3 mm. de longueur.

O. Heer a décrit plusieurs *Mycetophila*, *Sciophila* et *Sciara* des couches de Radoboj; en 1904, j'ai donné la faunule de ces délicats insectes inclus dans l'ambre de la Baltique.

Le genre *Tetragoneura* a déjà été mentionné par Lucas von Heyden sur les couches de Rott. C'est la première fois que sa présence est signalée dans des couches sannoisiennes.

TETRAGONEURA SANNOISIENSIS n. sp.

Ce Mycétophilien, quoique de petite taille (le corps a 3 mm. de longueur, les ailes ont environ la même dimension), a les antennes et les pattes assez robustes; les ailes devaient être un peu enfumées avec la cellule losangique, si caractéristique des espèces de ce genre, très appréciable (pl. VII, fig. 6).

Musée de Lyon. Communiqué par M. Gaillard.

Observation. — Le Musée d'Histoire naturelle de Lyon possède un Acalyptère *Sapromyzinæ* dont les caractères des antennes et des ailes sont trop effacés pour les décrire. Par l'aspect morphologique général, cet insecte se range avec les *Sapromyza* MEIGEN (il a 5 mm. de longueur).

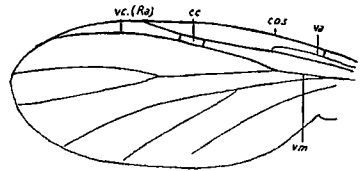


FIG. 11. — Aile de *Tetragoneura* WINNERTZ.

cos, Costate; vc, Veine cubitale (Winnertz); Ra, Comstock (cf. Needham); cc, Cellule cubitale (Winnertz); vm, Veine médiane.

BIBLIOGRAPHIE

- 1889-1890. M. NICOLAS. Insectes fossiles d'Aix. Collection du Museum Requien à Avignon. A. F. A. S. 18^e session, pp. 424-432, Paris.
 1891. M. NICOLAS. Insectes fossiles d'Aix. Description de quelques nouvelles espèces; collection de M. Matheron.
 A. F. A. S. (tiré à part de 15 pages et 9 figures), Paris.

1903. Fernand MEUNIER. Nuevas contribuciones a la Fauna de los Hymenopteros fossilés. *Mem real Acad. Ci. y Artes Barcelona*, vol. IV, nº 34 (avec texte français) (*Pimpla Renevieri*, MEUN.).

Les travaux des auteurs antérieurs à 1890 sont consignés dans les recueils bibliographiques suivants :

1890. S. H. SCUDDER. A classed and annotated bibliography of Fossil Insects. *Bull. U. S. geological Survey*, nº 69, Washington.
1891. S. H. SCUDDER. Index to the Known Fossil Insects of the World included y Myriapods and Arachnids. *Bull. U. S. geological Survey*, nº 71. Washington.
-

SUR L'EXTENSION DE LA CRAIE A SILEX DANS LE JURA MÉRIDIONAL

PAR L'ABBÉ **Bourgeat** ¹.

Il y a un peu plus de cinquante ans que deux lambeaux de craie à silex furent signalés dans le Jura méridional : l'un à Lains, dans la vallée du Surand, par Bonjour ; l'autre à Leyssart, dans la partie inférieure de la vallée de l'Ain, par Benoit.

La grande distance à laquelle se trouvaient ces deux lambeaux faisait présumer qu'on en trouverait d'autres. Et de fait, quelques années après, Charpy et de Tribolet signalaient celui de Cuisseaux, MM. Girardot et Sirod celui de Cesancey qui est situé comme le précédent à la limite du Jura et de la plaine bressanne. Je pouvais bientôt y ajouter celui de Chazelles près de Saint-Amour et ceux de Grand Essart et de Leschères près de Saint-Claude. Enfin, l'an dernier, je découvrais encore la même craie dans une vigne fraîchement exploitée à gauche du chemin qui monte de la gare de Coligny dans la ville.

Ces lambeaux ne sont assurément pas les seuls ; mais le seraient-ils, que l'extension de la craie sur le Jura est très nettement accusée par les silex pyromaques, épars à la surface du sol, ou rassemblés en amas.

Dans la haute montagne, qui a été parcourue par les glaciers, on n'en trouve guère épars à la surface du sol : mais ils se montrent amassés dans deux sortes de gisements : 1° dans les lambeaux de mollasse, 2° dans les moraines glaciaires. Leur présence dans la mollasse se constate surtout aux assises inférieures, qui proviennent manifestement d'une érosion exercée sur les formations antérieures. C'est ainsi que je les ai trouvés à la Ferté, aux Bez, auprès du lac de Narlay, à Leschères, au Pré Trainé et tout récemment à Beau Regard au-dessus de Longchaumois.

Dans les moraines glaciaires, les silex sont moins visibles, parce qu'ils se trouvent noyés dans une masse d'argile et d'autres roches. Néanmoins j'ai pu en trouver à Leschères, à Chaux des Prés, à Chaux du Dombief et aux Prés de Valfin. Il n'y a pas de

¹. Note présentée à la séance du 6 avril 1914.

doute qu'il s'en trouve encore dans d'autres moraines. De tout cela, je conclus que la craie à silex a recouvert une étendue considérable de terrain dans le voisinage de Saint-Claude. Toute la région qui s'étend de Nantua vers Pontarlier et qui comprend les territoires de Saint-Claude, de Saint-Laurent, de Longchaumois et de Mouthe a du être recouverte par la craie.

Sur les bords de la plaine bressanne les silex se rencontrent, non seulement en amas, mais encore épars à la surface du sol. Leur disposition en amas se remarque surtout dans un poudingue qui ressemble beaucoup aux assises inférieures de la mollasse, mais que la flore a fait classer dans le Tongrien. Ce poudingue a été signalé d'abord par M. Girardot aux environs de Grusse, puis par Marcel Bertrand auprès de Saint-Agnès. Je l'ai retrouvé plus tard formant une bande continue depuis Saint-Agnès jusqu'aux environs de Cuiseaux. Les silex y sont tellement nombreux que sur plus d'un point ils entrent pour le quart au moins dans sa composition.

Les silex se trouvent aussi en amas dans certains dépôts de transports mêlés d'argile, que l'on trouve entre Cuiseaux et Saint-Amour et dont le plus beau type se présente sur un chemin nouveau au Nord-Est de Marcia. Ces dépôts sont-ils glaciaires ou non ? La solution de la question est peu importante pour le sujet actuel, l'essentiel est qu'ils accusent par leurs silex que la mer de la craie a régné dans la région.

Les silex épars sont abondants sur les territoires de Montagna le Roconduit, de Véria, d'Andelot-les-Saint-Amour, de Cury, de Villechatria, de Toulangeon, de Villeneuve-les-Charnod et d'Aromas. Ce sont manifestement des résidus de dissolution de la craie. Ils attestent avec les lambeaux de craie signalés que toute la région de Saint-Julien, de Coligny, de Saint-Amour, de Cuiseaux et de Cousance jusqu'à une faible distance de Lons-le-Sauvier a été couverte par la craie.

Entre cette région et celle de Saint-Claude, se présente la vallée de l'Ain où jusqu'ici, ni la craie, ni les silex n'ont été signalés. Je suis bien persuadé qu'on y trouvera tout au moins les silex ; car ces derniers temps, je les ai découverts non loin de l'Ain dans la vallée de la Valouse, à Soussonne sur le Jurassique supérieur et à la Boissière sur l'Oxfordien.

LE *PAGIOPHYLLUM PEREGRINUM* SCHIMPER
DANS LE DÉTROIT DE RODEZ (AVEYRON)

PAR **Pierre Marty**¹.

Les gisements de plantes fossiles de l'ère secondaire sont peu nombreux. Je crois donc utile, en vue de recherches ultérieures, de signaler la découverte que j'ai faite, en avril 1913, d'un de ces gisements, dans l'Infralias de Bozouls, chef-lieu de canton de l'arrondissement de Rodez.

Trouvé au cours de recherches d'un autre ordre, je n'y ai point fait de fouilles. Je me suis borné à recueillir les quelques empreintes qu'a pu en extraire mon marteau. La pénurie des matériaux dont je dispose ainsi, et leur imperfection, rendraient illusoire toute tentative d'une étude serrée de paléontologie végétale. Je me propose donc presque exclusivement de délimiter ici avec exactitude le point topographique et l'horizon géologique où ma trouvaille a été faite.

La région de Bozouls, remarquablement décrite par A. Boisse, est aujourd'hui bien connue, grâce à la belle étude de la bordure Sud-Ouest du Massif Central, de M. Thevenin et à la Carte à 1/80000 du Service de la Carte géologique de la France qui a suivi la publication de cette étude.

Le village de Bozouls est situé entre le causse Comtal et la vallée du Lot. Il est arrosé par le Dourdou. A 3 kilomètres en aval de Bozouls, si, du thalweg du ruisseau, l'on monte vers le Puech d'Alzou qui le domine au Nord, la coupe suivante est facilement observable :

Le lit du ruisseau est dans les grès panachés du Permien. Ensuite se développe, sur 50 mètres de puissance, une formation de l'Infralias qui plonge, avec pendage faible, vers W.S.W. Le Rhétien est constitué par des calcaires fauves en plaquettes avec intercalation, à diverses hauteurs, de minces bancs de lignite de marnes et d'argiles grises ou brunes, très fissiles. C'est un point sur lequel nous reviendrons. Ces calcaires occupent les deux tiers inférieurs de l'Infralias. Le tiers supérieur, Hettangien et Sinémurien, montre de gros bancs bien réglés de calcaire gris.

1. Note présentée à la séance du 20 avril 1914.

Au-dessus de ces bancs, à l'intersection de la corniche du cañon de Dourdou et de la pénélaine dans laquelle il est creusé, près du hameau de Senteil, affleurent des calcaires marneux charmouthiens où j'ai trouvé des moules de *Pecten æquivalvis* Sow. bien conservés. Ces marnes forment le soubassement du Puech d'Alzou. Elles sont recouvertes au Nord par des calcaires stampiens dont j'ai fait connaître l'existence. La montagne est couronnée par une nappe de basalte que je crois miocène. Enfin,

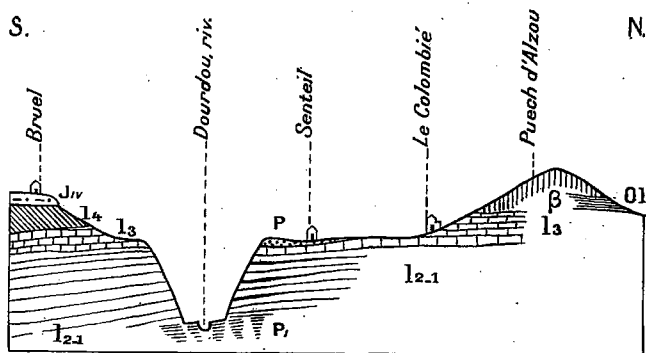


FIG. 1. — COUPE DE LA VALLÉE DU DOURDOU, entre le Puech d'Alzou et Bruel.

P, Alluvion pliocène; β, Basalte miocène; Ol, Oligocène; jiv, Bajocien; l4, Toarcien; l3, Liasien; l2.1, Infra-Lias; p., Permien.

entre Senteil et le Puech d'Alzou, la pénélaine, témoin d'un cycle d'érosion antérieur à celui au fond duquel coule le Dourdou, est tapissée d'un cailloutis de gros galets de quartz enfumés et bien roulés, qui remontent probablement au Pliocène.

Cette esquisse à grands traits suffit pour situer dans son milieu géologique le gisement de plantes fossiles dont il me reste à préciser le caractère et le niveau.

Un mauvais chemin communal relie le hameau de Bruel, sur la rive gauche du Dourdou à celui de Senteil, sur sa rive droite. Entre le ruisseau et ce hameau, le chemin gravit abruptement le flanc nord du cañon, en décrivant trois lacets et deux coudes. L'angle du premier coude est dirigé vers l'amont, celui du second vers l'aval. Tout le parcours du sentier, du thalweg au dernier coude, est dans les calcaires fauves en plaquettes, du Rhétien. L'Hettangien commence au dernier coude.

Au coude inférieur se montre un premier niveau à végétaux, d'une quinzaine de centimètres d'épaisseur. C'est une sorte de bouillie organique qui teinte en brun les argiles grises où elle est contenue, et dans laquelle on ne trouve aucune structure discer-

nable. Au tiers supérieur du lacet compris entre les deux coudes, affleure, au bord du chemin, le second niveau fossilifère, où on peut le suivre pendant une quinzaine de mètres. Son épaisseur totale est d'environ 0 m. 30. La roche encaissante est très variable, aussi bien dans le sens horizontal que dans le sens vertical. On y observe des marnes, des argiles brunes et grises, des schistes feuilletés avec grains de quartz. Ces sédiments se chargent progressivement de matières organiques, du haut en bas. Vers le haut gisent des feuilles éparses, nombreuses, bien conservées en nature et qu'il est possible, après dessiccation, de détacher de leur support et d'étudier par transparence. Vers le bas, la matière organique augmente de plus en plus et l'on se trouve en présence d'un véritable lignite.

Enfin, immédiatement après le dernier coude du chemin, entre deux bancs épais de calcaire hettangien, se détache en noir brillant un banc de jayet de trois à quatre centimètres d'épaisseur. Ce banc doit devenir plus puissant dans le voisinage, car j'ai rencontré, parmi les cailloux d'empierrement, des morceaux de jayet de la grosseur du poing.

Les trois affleurements à végétaux, que je viens d'indiquer, s'étagent approximativement de 15 mètres en 15 mètres. Seul, le niveau moyen m'a permis de recueillir des vestiges déterminables. Outre des feuilles détachées très abondantes, il s'agit d'un rameau feuillé, d'une masse plus ou moins charbonneuse que je crois être un fruit de Conifère écrasé, d'une écaille isolée et d'une graine.

Je rapporte avec certitude le rameau au *Pagiophyllum peregrinum* SCHIMPER, et les autres

organes, comme une possibilité, mais avec le plus grand doute, à la même espèce.

Les *Pagiophyllum* HEER ou *Pachyphyllum* SAPORTA (*Brachy-*

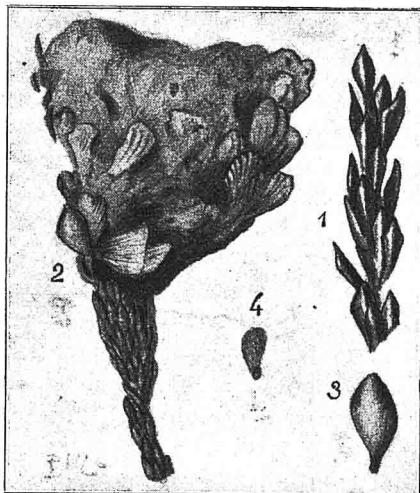


FIG. 2. — 1, *Pagiophyllum peregrinum* SCH., rameau grossi d'un tiers; — 2, cône; 3, écaille de cône; 4, graine. Grand. nat. — Rhétien de Senteil (Aveyron).

phyllum BRONGNIART *pro parte*) sont des Conifères éteints dont la place systématique semble être les *Dammara*, les *Cunninghamia* et les *Araucaria*. Lindley et Hutton les rattachent même positivement à ce dernier genre.

Dans ses plantes jurassiques de la Paléontologie française, de Saporta, donne du genre *Pagiophyllum* la diagnose suivante :

Folia spiraliter disposita, patentia vel laxè imbricata, tri-vel-tetragono-ovato-lanceolata, crassa, falcato-incurvata, coriaceo-carnosa, basi decurrentia, stomatibus seriatim ordinatis, utque in quibusdam Araucariis oculo nudo perspicuis. Strobilorum squamæ crustaceæ, in apophysin convexiusculam unguiformem deflexam antice productæ, postice desuper parum convexæ. Semen inversum (?) unicum, oblongum, crustaceo-alatum, in fovea ad partem anticam apophysii proximam excavata positum, una cum squama, sicut in Dammaris, deciduum. Schimper définit spécifiquement *P. peregrinum* : *Ramis irregulariter ramulosis; foliis approximatis, laxè imbricatis, ovato-lanceolatis, incrassatis, dorso carinatis* (Traité de Paléontologie végétale, t. II, p. 250).

Le rameau de Senteil, que je figure ici un tiers plus grand que sa dimension réelle, montre 16 feuilles disposées en hélice autour d'un axe. Ces feuilles sont épaisses, coriaces, losangiques, ou plutôt figurant deux triangles inégaux accolés par leurs bases. Le triangle distal, terminé par une sorte de bec infléchi vers l'axe, est le moins aigu des deux. Le triangle proximal est allongé, ce qui revient à dire que la base de la feuille est longuement atténuée. Fortement carénées sur leur face dorsale, les feuilles sont tantôt imbriquées, tantôt libres.

Par tous ces caractères, mon fossile concorde avec les diagnoses génériques et spécifiques reproduites plus haut. Je me crois donc autorisé à l'attribuer au *Pagiophyllum peregrinum* SCHIMPER. J'ajouterai que quelques-unes des feuilles de la même espèce qui parsèment la roche, détachées de leur support et examinées par transparence, montrent, sous le grossissement d'une simple loupe, les files de stomates signalées par de Saporta.

L'attribution à la même espèce du fossile que je considère comme un fruit de Conifère écrasé, repose sur un indice bien faible. Ce fruit, ou pseudo-fruit, est porté sur un pédoncule, écrasé lui aussi vers son point d'insertion. Or, tout à l'entour du pédoncule, on distingue des vestiges de petites écailles en hélice, lesquelles, par leur forme losangique, rappellent les feuilles de *Pagiophyllum*. C'est évidemment une présomption en faveur du rapprochement que je propose, mais dont il ne faut pas exagérer la valeur. Pour le reste, le cône, si cône il y a, est

une masse ovoïde, tronquée accidentellement au sommet, et à la surface duquel on voit des écailles qui paraissent l'avoir recouvert. Elles sont de formes variables, toutes grossièrement losangiques, atténuées vers la base, mais tantôt arrondies ou même tronquées, tantôt terminées par une pointe mousse au sommet. Elles ne sont pas carénées. Leur glyptique dorsale consiste en un éventail de stries radiant de la base. Encore ce caractère est-il loin de se montrer constant. Il fait défaut dans l'écaille isolée que je figure à côté du cône. Tout au plus y remarque-t-on deux échancrures marginales et latérales, d'ailleurs assez vagues, qui donnent au sommet de l'organe un aspect trilobé. En réalité, ce fossile est trop fruste pour que son étude prête aux précisions qu'exige une détermination rigoureuse. Celle-ci serait d'ailleurs difficile en l'espèce, puisque nous ne connaissons pas de fruits qui puissent être indiscutablement attribués à *P. peregrinum*.

Je figure, enfin, un petit organe composé d'une nucule elliptique sur laquelle s'insère obliquement une aile membraneuse. Il offre bien l'aspect d'un grain de conifère et, vue sa faible dimension, s'abriterait assez exactement sous les écailles que je viens de décrire. Les restes végétaux que j'ai exhumés du Rhétien de Senteil sont donc peu de chose. Mais j'ai déjà dit les courts instants consacrés à cette recherche. Il est permis d'espérer qu'une fouille méthodique pourrait amener sur ce point des découvertes intéressantes. J'aurais atteint le but que je me suis proposé en écrivant cette note, s'il m'était donné de les provoquer.

Le *Pagiophyllum peregrinum* est une espèce du Lias bleu de Lyme Regis (Dorsetshire) et des grès infraliasiens d'Hettange. Il est signalé par M. Boule et par Fabre dans l'Hettangien inférieur de la feuille de Mende. M. Thevenin et M. Mouret le citent dans le Rhétien de Saint-Robert et de Marmont, près de Brives. Le gisement aveyronnais de Senteil est géographiquement intermédiaire entre la Lozère et la Corrèze. Les restes de végétaux terrestres associés à des grains de quartz en plein détroit de Rodez, indiquent le voisinage des masses continentales et primitives à travers lesquelles le bras de mer mettait en communication les golfes infraliasiques de l'Aquitaine et du bassin du Rhône.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE PÉTROGRAPHIQUE DES ROCHES DE LA CÔTE D'IVOIRE ET DE LA HAUTE GUINÉE

PAR LE COLONEL **Azéma** ¹.

L'étude pétrographique des roches de la Côte d'Ivoire et de la haute Guinée a été faite au laboratoire de minéralogie du Muséum, sous la haute direction de M. le professeur A. Lacroix ; elle a porté sur les nombreux et intéressants matériaux accumulés surtout pendant ces dix dernières années au service géologique du Muséum ; il eût été fâcheux de laisser dans l'oubli de si riches collections de roches recueillies après tant de fatigues et d'efforts et dont l'étude apporte une contribution nouvelle à la connaissance de la constitution géologique d'une contrée particulièrement difficile à prospecter en raison de l'impénétrabilité de la forêt tropicale et de l'épaisseur du manteau de latérite qui recouvrent le sol.

Au nombre des explorateurs, il y a lieu de citer au tout premier rang, M. Chevalier, chef de la mission scientifique de l'Afrique occidentale française. Cette mission a parcouru, en 1907, la région littorale de la Côte d'Ivoire et la partie méridionale de la forêt tropicale. En 1909, la mission partie de la haute Guinée, a visité les sources du Niger et a pénétré sur le territoire de la Côte d'Ivoire par le haut Cavally. Les matériaux envoyés au Muséum par ce hardi explorateur comprennent plusieurs centaines d'échantillons de roches se rapportant à la plus grande partie du territoire de ces deux colonies.

Il y a lieu de citer encore plusieurs autres voyageurs qui ont envoyé des échantillons se rapportant plus spécialement à une région partielle de la Côte d'Ivoire ; ce sont : MM. Pobeguïn, administrateur de la Côte d'Ivoire, 1895, région littorale entre le Cavally et le Sassandra ; Paul Combes, 1908, région du bas Baoulé (Toumodi). On doit à cet explorateur, une esquisse géologique de la même région ² ; Roux, ingénieur à Avranches, 1912, région minière de Toumodi et Kokumbo ; Joseph Gaston, administrateur-adjoint, 1913, région du Bandama moyen et du haut Comoë.

La carte ci-jointe, a été dressée d'après celle de M. H. Hubert, éditée en 1911. On y voit les schistes cristallins, au milieu desquels surgissent de nombreux pointements de granite, couvrir presque toute la superficie de la Côte d'Ivoire et de la haute Guinée. Les schistes métamorphiques, encore peu connus, y sont localisés, au contraire, sur quelques points peu nombreux et principalement :

1. Note présentée à la séance du 4 mai 1914.
2. PAUL COMBES. *B. S. G. F.*, (4), IX, p. 346. 1909.

Entre Séguéla et Sifié (plaine du Sassandra), schistes satinés très redressés mélangés à de grosses lentilles de quartzites et traversés par des filonnets de quartz (Chevalier);

Entre Bouaké et Dabakala, schistes percés de filons de roches microlitiques constituant l'extrémité sud d'une chaîne disloquée, qui se prolonge vers le N.N.E. en longeant la vallée de la Volta noire entre Oaoua (Lobi) et Ouahigouya; c'est la zone des petits massifs de M. Hubert;

Entre Dimbokro et Toumodi, schistes satinés (P. Combes);

Environs de Marabadiassa, sur le Bandama blanc, schistes;

Entre l'embouchure du Tanoë (frontière du Gold Coast) et Binger-ville (région côtière), schistes.

En 1912, j'ai présenté au Congrès des Sociétés savantes, à Paris, une étude sur la pétrographie des roches de la Guinée et j'insistais sur l'importance de la région granitique située à l'E. de cette colonie, c'est-à-dire dans le Fouta-Djalon.

Or, il résulte de l'examen des échantillons rapportés tant de la haute Guinée que de la Côte d'Ivoire et des relations publiées par la mission Chevalier, que les massifs granitiques de la haute Guinée sont reliés à ceux de la Côte d'Ivoire par une zone continue de roches également granitiques et présentant les mêmes caractères orographiques et pétrographiques. Il y a donc lieu de penser, et, ce sera la conclusion de ce travail, que toutes ces vastes régions constituent une même province pétrographique.

1^o RIVE GAUCHE DU BAS CAVALLY ET RÉGION LITTORALE

Granites. — Les granites à biotite proviennent du mont Niénokué, de Bliéron et de Béréby : ce sont des granites communs, à gros grain, à microcline rose et à oligoclase blanchâtre souvent altérés; la biotite est quelquefois transformée en chlorite; le quartz est toujours à extinction roulante. Ces granites comprennent des faciès pegmatiques constitués par de grands cristaux de microcline rose de plusieurs centimètres de côté et par de grandes lamelles de biotite.

Les granites à muscovite ont été récoltés au mont Niénokué et au Fort Binger : les feldspaths, qui en font partie, sont le microcline blanc et l'oligoclase; muscovite abondante et quartz tendant à s'individualiser (granulite de quelques auteurs français).

Pegmatites. — Ces roches se rencontrent au mont Niénokué et entre Grabo et Soklodouba; elles comprennent du feldspath (microcline) et du quartz à grands éléments associés à de la muscovite en grandes lames de plusieurs centimètres de dia-

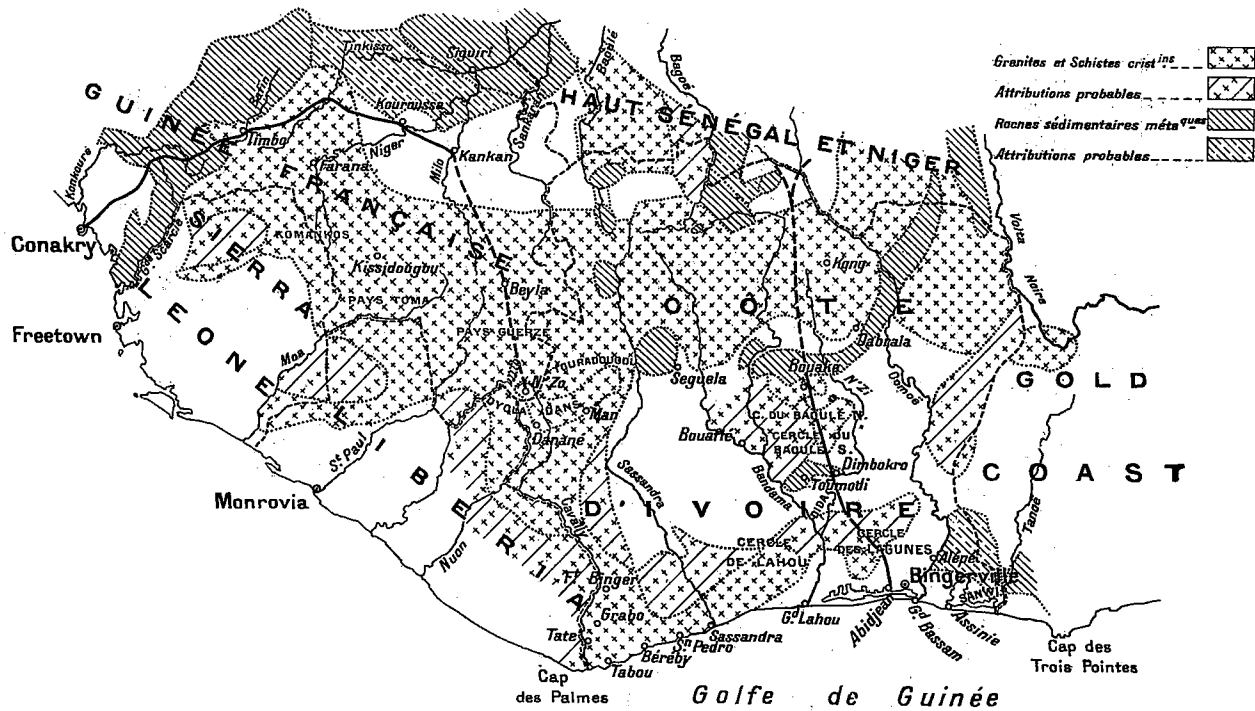


FIG. 1 CARTE DE LA CÔTE D'IVOIRE ET DE LA HAUTE-GUINÉE
1/10 000 000

mètre. La pegmatite de Grabo renferme en outre des prismes hexagonaux verdâtres d'apatite.

Diabases. — Ces roches sont très répandues sur le littoral où elles forment des denticulations s'avancant dans la mer, tandis que les criques correspondent aux roches granitiques. Les échantillons proviennent du mont Niénokué, des environs de Grabo, du mont Po, de Bassa et de Béréby. Ces roches très dures et à coloration noir-verdâtre sont du même type. Au microscope : grandes baguettes de labrador mouvant des plages de titanaugite à teinte violacée ; matières chloriteuses et ferrugineuses provenant de la décomposition partielle des éléments ferromagnésiens ; grains d'apatite.

Labradorite. — Cette roche noire et compacte avec phénocristaux de labrador de 1 millimètre de longueur provient de Béréby. Au microscope : structure à tendance ophitique ; phénocristaux de labrador ; pâte avec microlites de labrador et un peu de verre englobant des cristaux d'augite ; cristaux cubiques de magnétite embrochés suivant un axe quaternaire.

Basaltes. — L'échantillon de Béréby est un basalte à feldspath (terme employé dans le sens minéralogique). Cette roche très remarquable est noir-grisâtre avec phénocristaux blancs de labrador de 3 à 4 mm. de longueur et disposés sans orientation : I. Phénocristaux de labrador et d'olivine ; II. Microlites de labrador avec augite (texture ophitique), magnétite.

La cristallisation du premier temps (labrador-olivine) se remarque rarement ; dans les basaltes demi-deuil d'Auvergne, ce sont le plagioclase et le pyroxène qui ont cristallisé en premier lieu.

Le basalte du mont Tou, près Taté, est une roche noire fendillée irrégulièrement avec des taches d'oxyde de fer ; il est constitué par un verre basaltique (tachylite) provenant d'un filon de 5 centimètres d'épaisseur. Au microscope : verre ferrugineux présentant dans la partie centrale du filon des microlites de feldspath et d'augite bordés d'une auréole produite par le retrait du fer. Les éléments secondaires consistent en fines veinules et en sphérolites à croix noire de silice.

Le basalte de Tabou est également un verre basaltique (tachylite) formant dans le granite un filon de 8 cm. d'épaisseur.

Gneiss. — Cette roche est très abondamment répandue dans la région.

Les gneiss de Bliéron et de Grabo sont rubanés et à amphibole. Au microscope : microcline rare et oligoclase ; hornblende commune ; biotite et quartz à extinction roulante ; minéraux accessoires : sphène abondant en traînées ; magnétite provenant probablement de la décomposition d'ilménite avec production de sphène (leucoxène) ; apatite et zoïsite secondaire dont les éléments sont rassemblés en globules.

Les échantillons de Bassa, Béréby et Tabou sont des gneiss normaux, gris et à biotite ; leur structure est généralement rubanée. Un type de Tabou examiné au microscope présente : microcline rare avec formation de myrmékite ; oligoclase abondant généralement fissuré et altéré avec formation de damourite ; biotite en partie transformée en chlorite.

Un échantillon du mont Copé est un gneiss à muscovite en lamelles de 3 à 4 mm. de diamètre ; structure rubanée et oëillée.

Enfin un échantillon de Grabo est un gneiss alumineux, riche en grenats almandins de 5 cm. de diamètre et en biotite ; c'est un terme de passage aux micaschistes par la rareté du feldspath.

Amphibolites. — Ces roches interstratifiées dans les gneiss, à structure gneissique ou nématoblastique, proviennent du mont Tou, du mont Copé et de Béréby : coloration noir-verdâtre brillante ; éléments blancs en faible proportion ; cristaux aciculaires d'amphibole de 2 à 3 millimètres de longueur avec orientation commune dans le sens de la schistosité de la roche. Au microscope : amphibole commune vert d'herbe, faiblement polychroïque, associée à du quartz à extinction roulante et dont les éléments renferment quelques cristaux de labrador. Comme minéraux accessoires : sphène abondant, formant des traînées et apatite.

Micaschiste. — Le micaschiste de Tabou est à deux micas ; il renferme, en outre, du disthène et des grenats almandins dont le diamètre atteint 1 centimètre.

Schiste. — On trouve à Grabo un schiste à séricite très fissible avec limonite intercalée entre les feuilletts du schiste.

Limonite. — Les échantillons récoltés au mont Tou et au mont Po sont de provenance latéritique (cuirasse ferrugineuse).

Lignite. — Les lignites du mont Po sont schisteux et à structure ligneuse apparente.

2° RÉGION DU FOUTA-DJALON (HAUTE GUINÉE)

Le Fouta-Djalon a été, en 1909, le point de départ de la mission Chevalier dans sa marche vers la Côte d'Ivoire en passant par les sources du Niger et du Cavally. La mission, en 1907, avait essayé de remonter la vallée de Cavally jusqu'à ses sources, mais elle avait dû renoncer à ce projet en raison de l'hostilité des tribus.

Les échantillons de roches rapportés du Fouta-Djalon ont été recueillis dans le triangle formé par la Soya, le confluent du Mamou et du Kaba (affluent de la petite Scarcie) et le village de Kaba. Ces échantillons sont analogues à ceux envoyés au laboratoire de minéralogie du Muséum par l'administration du chemin de fer Conakry-Niger au moment du tracé de la voie ferrée et étudiés dans un travail antérieur¹.

Granites. — Tous ces échantillons appartiennent au type du granite à biotite de la série calcoalcaline; les feldspaths sont constitués par du microcline et de l'oligoclase.

Diabase. — L'unique échantillon rapporté appartient au type décrit par M. A. Lacroix²; coloration jaune brun, à grain moyen et à structure ophitique. Au microscope: plagioclase voisin du labrador associé à la pigeonite (pyroxène magnésien presque uniaxe); dans les intervalles intersertaux des cristaux de feldspath, on trouve, indépendamment de la pigeonite, une association micropegmatique d'orthose et de quartz avec biotite.

Gneiss. — Ces roches sont des gneiss rubanés à amphibole; l'amphibole abondante est disposée en lits peu réguliers; grain généralement fin.

Au microscope: oligoclase un peu kaolinisé; quartz à extinction roulante; amphibole verte très polychroïque avec auréoles de zircon; biotite; épidote abondant; sphène en traînées; magnétite; apatite.

3° RÉGION DES KOURANKOS (MANDÈS); SOURCES DU NIGER

La mission Chevalier, en quittant le Fouta-Djalon, pénètre dans la vaste région montagneuse du Kouranko qui comprend tout le haut Niger et qui fait partie du cercle de Farana.

Le Kouranko, d'après M. Chevalier³, est une des parties les

1. Colonel AZÉMA. *Comptes rendus du Congrès des Sociétés savantes*, 1912. Sciences.

2. A. LACROIX. *C.R. Ac. Sc. t.*, CXL, p. 410. 1905.

3. A. CHEVALIER. *Région des sources du Niger. B. S. Géogr.*, t. XIX, 1909.

plus montagneuses de l'Afrique occidentale. Une infinité de pics et de mamelons granitiques de plus de 1000 mètres d'altitude forment le nœud orographique d'où descendent, vers le Sud, les rivières du Sierra Léone et de la république de Liberia, et, vers le Nord, le Niger et un grand éventail de rivières qui en sont tributaires.

La source proprement dite du Niger se trouve dans les montagnes du Koulou à 745 mètres d'altitude ; l'eau sourd au milieu d'éboulis de granite. Non loin de la source se dresse le mont Taboro (1087 mètres) formant sur le bord de la vallée une haute muraille de granite.

Les montagnes du Koulou se relie, vers l'Est, à celles du Kissi et du Kouranko oriental ; on y remarque les pics également fort élevés du Bayama.

Granites. — Les granites à biotite sont les plus répandus ; les échantillons proviennent : entre Kamero et Foreboria, entre Toufili et Farakoro, entre Farakoro et Sarafinian, Sambadougou, mont Belakonkó, Gueroya, mont Kola, mont Loumban, entre Koubiroko et Foreboria. Ces types sont identiques à ceux de la haute Guinée. Au microscope : microcline associé à l'oligoclase généralement altéré avec facules de damourite et veinules d'albite ; formation fréquente de myrmékite ; biotite souvent chloritée ; quartz à extinction roulante ; apatite rare. Le granite de Gueroya est porphyroïde avec cristaux de microcline de 2 centimètres de longueur.

Les granites à amphibole ont été recueillis entre Toufili et Farakoro et à Nienankolia ; ils sont généralement à microcline rose et leur grain est moyen. Au microscope : microcline rare, oligoclase altéré, amphibole commune associée à la biotite et très polychroïque ; quartz à extinction roulante ; apatite commune ; épidote secondaire ; sphène et magnétite rares.

Pegmatites. — Ces roches sont fréquentes entre Toufili et Farakoro ainsi qu'aux monts Kola et Loumban.

Ces pegmatites possèdent des cristaux de microcline de plusieurs centimètres de longueur ; pas de minéraux spéciaux.

Minette. — Cette roche, qui provient de Sambadougou, consiste en un agrégat de lamelles de biotite associées à de rares éléments blancs.

Amphibolites. — Les échantillons proviennent du pic de Souradou. L'un de ceux-ci est une amphibolite quartzifère à petits

cristaux aciculaires d'un noir brillant. Les surfaces extérieures de l'échantillon sont latéritisées sur 1 centimètre d'épaisseur. Au microscope : amphibole commune à plages vert clair peu polychroïques ; cristaux de quartz nombreux contrairement à ceux de feldspath qui sont rares ; fer titané avec auréoles de leucoxène ; épidote secondaire. Dans un autre échantillon les cristaux de feldspath sont plus nombreux.

Schiste. — L'échantillon du pic de Souradou est un schiste argileux fissible à mica blanc.

4^o RÉGION DES KISSIS ET PAYS TOMA

Après la traversée du Kouranko, la mission Chevalier se dirigea vers le N.W. de la Côte d'Ivoire par la région de Kissis, le pays Toma et le cercle de Beyla.

D'après M. Chevalier¹, le pays Toma comprend des mamelons granitiques dont l'altitude est comprise entre 800 et 1000 m. Quant au poste de Beyla (650 m.), il est situé au milieu d'une région déboisée recouverte presque partout par la latérite.

Granites. — Les échantillons de Sampouyara et de la montagne de Boola sont des granites à biotite du type commun.

Ceux provenant de Sampouyara, Bambaya et Dierodougou sont des granites à deux micas et à feldspath rosé. Au microscope : microcline et oligoclase, ce dernier généralement altéré avec facules de damourite et quelquefois avec fissures albitisées ; biotite en partie chloritée associée à la muscovite ; quartz à extinction roulante ; apatite et zircon rare.

Pegmatite. — La pegmatite de Beyla comprend du microcline à gros éléments et de la muscovite à grandes lames.

Gneiss. — Les gneiss de Beyla et de Konian sont à biotite et rubanés.

Grès à magnétite. — Les grès de Sampouraya et de Konian sont formés de grains de quartz associés à la magnétite et à la limonite.

Limonite. — L'échantillon de Kissidougou est une limonite caverneuse de la cuirasse latéritique.

1. A. CHEVALIER. Dans le Nord de la Côte d'Ivoire, *B. Soc. Géogr.*, t. XX, 1909.

5° MONTS NIMBA ; SOURCES DU CAVALLY ET PAYS DES DANS
(MOYEN SASSANDRA)

Après Beyla, la mission Chevalier atteignit les sources du Cavally en contournant au N.W. les monts Nimba et en pénétrant dans N'Zo, premier village du territoire de la Côte d'Ivoire ; puis elle se dirigea sur Séguéla.

Le mont Nimba est, d'après M. Chevalier¹, le massif le plus élevé de toute l'Afrique occidentale française ; sa ligne de crêtes, presque rectiligne, est orientée de l'W. à l'E., à N'Zo, la montagne se termine en formant une haute falaise de 2000 à 1200 m. dressée au-dessus de la plaine.

Le massif est constitué par des schistes d'un brun pourpré et par des quartzites à magnétite, inclinés à 45° et reposant sur un soubassement de gneiss.

Quant au massif des Dans, situé entre le Cavally et le moyen Sassandra, il comprend un nombre considérable de dômes granitiques, quelquefois isolés, le plus souvent soudés ensemble de manière à former des crêtes en dos d'âne. Sur certains points, comme à Zoanlé, le granite passe insensiblement au gneiss rubané. La diabase forme de nombreux filons dans le granite ; leur trajet est jalonné à la surface par d'énormes blocs arrondis de cette roche entassés les uns sur les autres.

Granites. — Les granites à biotite proviennent du village de N'Zo, du mont Gouba près Danané, du village de Zoanlé et de Samplen. Ce sont des types communs à microcline rosé ou blanc et à structure souvent gneissique.

Les granites à hypersthène et les norites ont été recueillis au mont Momy (entrée de la grotte), au mont Kouen, près Danané, au mont Doton, au village de Zoanlé, à Gouané, à Man, au pied du mont Gbon, au mont Zan, au village de Zagoué et enfin au mont Doulou, près Kona.

Ces roches ont été étudiées par M. A. Lacroix² ; elles constituent une série continue allant d'un granite à hypersthène, presque uniquement constitué par du quartz et des feldspaths, jusqu'à une norite dépourvue de quartz et renfermant au moins 50 p. 100 d'hypersthène.

Au microscope : le granite est constitué par orthose, oligoclase, quartz et hypersthène rare ainsi que la biotite. Les pages

1. A. CHEVALIER. Les Massifs montagneux du Nord de la Côte d'Ivoire. *B. Soc. Géogr.*, t. XX. 1909.

2. A. LACROIX. *C. R. Ac. Sc.* t. CL, p. 18. 1910.

d'orthose renferment souvent de la myrmékite. Quantité variable d'apatite et de titanomagnétite.

La norite renferme l'hypersthène associé à la pigeonite (pyroxène monoclinique) avec des plagioclases compris entre l'oligoclase-albite et l'andésite basique. On y rencontre également un peu de hornblende d'un brun verdâtre et de la biotite.

L'influence d'actions dynamiques se manifeste sur de nombreux échantillons ; elle s'étend depuis l'extinction roulante du quartz jusqu'à la structure dite cataclastique.

Gneiss. — Le gneiss de Gueaso est à biotite et rubané.

Amphibolites. — L'échantillon de Samplen (haute Nuon) est une amphibolite feldspathique légèrement schisteuse ; coloration vert clair avec petits cristaux d'amphibole d'un vert plus foncé. Au microscope : hornblende commune, polychroïque, en cristaux disposés suivant des lits peu réguliers et sans orientation bien définie ; oligoclase en petits éléments kaolinisés avec damourite ; sphène très abondant ; quartz rare.

Schistes. — L'échantillon de N'Zo (route de Lola) est un schiste satiné fissible.

Quartzites à magnétite. — Les échantillons recueillis au mont Nimba, près N'Zo et aux sources de la Nuon sont formés de quartz et de magnétite ; souvent la magnétite a été transformée en hématite par oxydation.

Limonite. — La limonite trouvée à Gueaso et à Gouané provient de la cuirasse latéritique.

6° TOURADOUYOU (ENVIRONS DE SÉGUÉLA), HAUT SASSANDRA

C'est dans le Touradougou que la mission Chevalier¹ a rencontré, pour la première fois, des schistes métamorphiques anciens. Ces schistes affleurent dans la grande plaine située à l'E. du Sassandra, entre Sifié et Séguéla à l'altitude de 315 m. ; ils consistent en schistes satinés très dressés, mélangés à de grandes lentilles de quartzites et traversés par des filonnets de quartz.

Granites. — Un seul échantillon de granite alcalin a été récolté entre Dialacora et Buandougou. Ce type de granite à ægy-

1. A. CHEVALIER. Les massifs montagneux du Nord-Ouest de la Côte d'Ivoire.
B. Soc. Géogr., t. XX, 1909.

rine est remarquable non seulement par sa composition minéralogique mais encore par sa présence au milieu de roches calco-alcalines. Le même fait a été signalé par M. H. Hubert¹ au Dahomey (massif de Fita). Au microscope : association de microcline et d'albite (microperthite) ; ægyrine associée à une amphibole bleue sodique ; biotite et muscovite ; apatite et magnétite.

Les granites à biotite sont nombreux ; ils proviennent du village de Biangoueplen (Sélé), du mont Korri près Soumana, de Mankono et du mont Doulou près Konâ et présentent peu d'intérêt.

Schistes. — Les échantillons recueillis entre Beleni et Siakasso, près Séguéla, consistent en schistes à séricite et en schistes verts, ces derniers provenant de sédiments diabasiques remaniés avec formation de cornéenne. L'un d'eux montre au microscope : microlites d'amphibole mélangés à des microlites de plagioclases ; épidote secondaire en nids ; facules de mica assez abondantes ; quartz rare en petits grains.

Grès. — Les grès récoltés entre Beleni et Siakasso sont siliceux avec enclaves de limonite.

Limonite. — L'échantillon du rocher de Mankono appartient à la cuirasse latéritique.

7^o CERCLE DU BAOUÏÉ NORD (ENTRE LE BANDAMA ET LE N'ZI)

Après Séguéla, la mission Chevalier se rendit à Bouaké où elle opéra, de juillet à août 1909, la reconnaissance de la région comprise entre le Bandama et son affluent le N'Zi et en particulier des territoires compris dans le cercle du Baouïé nord.

M. L. Gentil a étudié en 1900 un lot de roches provenant de Kouadiokofi ; localité située dans la vallée de Poulara, affluent du Kan, lui-même tributaire du N'Zi. Le lot comprenait : granite à biotite, granite à muscovite écrasé, gneiss, micaschistes à grenats, diabases en filon dans ces granites et schistes cristallins.

M. Joseph a rapporté, en 1913, du cercle du Baouïé nord des échantillons intéressants.

Granites. — Les granites à biotite du type commun proviennent du mont Lamelebou, près Bouaké, entre Marabadiassa et Bouaké, et enfin de la route de Dabakala à Darola.

1. H. HUBERT. Contribution à la géographie physique du Dahomey (thèse, 1908).

Les granites à deux micas de Langouassou et de Bouaké ne présentent aucun intérêt.

Pegmatites. — On trouve à Bouaké et au mont Lámélebou des pegmatites à gros cristaux de microcline, tantôt blancs, tantôt rosés. Une pegmatite graphique a été recueillie au mont Lámélebou, tandis qu'une pegmatite grenatifère à muscovite et à oligoclase très développé se rencontre à Bouaké.

Diabases. — Les échantillons récoltés entre Fétékro et Tiebissou, au mont Kamoueni Boka (rive droite du Bandama, près Marabadiassa) ainsi qu'à Marabadiassa, sont des roches complètement décomposées.

Labradorite. — La labradorite du mont Kankani, près du N'Zi, est une roche compacte et verdâtre. Au microscope : phénocristaux de labrador très altérés et de pyroxène ouralitisé qui s'est transformé en une association d'amphibole, d'épidote et de chlorite ; pâte de microlites de labrador très altérés ; magnétite abondante.

Gneiss. — Les gneiss de Fétékro, des environs de Bouaké et de Langouassou (N'Zi moyen) sont rubanés et à biotite.

Amphibolites. — Les échantillons du mont Lissan, près Bounda (N'Zi moyen) et des environs de Linguira montrent au microscope des cristaux de hornblende commune, sans orientation, associés à des grains de quartz ; grains de magnétite et de limonite répartis dans les plages.

Épidotite. — L'épidotite du mont Kamoueni Boka est une roche microlitique quartzifère et albitisée provenant d'une andésite ancienne très altérée ; au microscope : microlites de feldspath albitisé ; grains nombreux d'épidote avec çà et là des cavités envahies par l'albite ; magnétite abondante ; quartz secondaire.

Schistes. — Les échantillons de Marabadiassa et de la rive gauche du N'Zi, face à Fétékro, sont des schistes verts provenant de diabases écrasées, décomposées et remaniées. Les schistes des environs de Fétékro, du mont Lissan et des environs de Marabadiassa sont très altérés, argileux et imprégnés de limonite. A Marabadiassa, on trouve encore un schiste guilloché passant au chloritoschiste.

Famille du quartz. — Les minéraux de la famille du quartz recueillis sont : à Fétékro, quartz filonien laiteux à enclaves fer-

rugineuses ; entre Fétékro et Tiébissou, jaspe et lydienne ; au mont Lamelebou, près Bouaké, quartz cristallin ; au mont Kangoroma, jaspe.

8° RÉGION DU CERCLE DU BAULÉ SUD, AVEC LE COURS INFÉRIEUR DU BANDAMA (cercle de Lahou) ET LA VOIE FERRÉE (cercle des Lagunes),

Le cercle du Baoulé sud comprend la partie la plus importante des exploitations aurifères ; aussi, cette région a été la plus fréquemment visitée en raison de son importance minière.

Successivement MM. Jean Chautard, Paul Combes et Roux l'ont prospectée et ont recueilli de nombreux échantillons de roches. M. Joseph a visité plus spécialement la vallée inférieure du Bandama.

M. Paul Combes¹, qui a séjourné plusieurs mois dans la région minière, a signalé la présence de granite à biotite avec intercalations de gneiss à muscovite entre Toumodi et le confluent du Kan et du N°Zi ; il a observé des schistes à amphibole et des microgranites traversés par des filons andésitiques au Nord de Toumodi dans la région d'Abli.

M. Jean Chautard² a étudié une série de roches extrêmement acides concentrées principalement dans la région que traverse le chemin de fer (cercle des Lagunes). Cette série comprend non seulement la granulite à tourmaline de Satadougou, mais encore les roches éruptives et métamorphiques à tourmaline et à grenats abondants des environs d'Ery Macougié (station de la voie ferrée). Les roches typiques sont des granulites à microcline très abondant, à mica blanc en petites plages et à grenats. Ces roches de filon passent par endroits à de véritables apophyses presque entièrement constituées par du quartz souvent aurifère. Seuls les filons de quartz situés au voisinage de roches basiques (diabase) sont aurifères.

Granites. — Les granites à biotite de Tétéidou (pays Dida), de la gare de Céchi et d'Ahouen (près Tamabo) ont une composition identique à ceux des régions précédentes, l'altération des éléments et la présence de la myrmékite y sont fréquentes. Un échantillon recueilli entre Kumikro et Assiéson est à texture cataclastique. Au microscope : cristaux de quartz à extinction rou-

1. Paul COMBES. Géologie de la Côte d'Ivoire. *B. S. G. F.*, (4), IX, p. 346, 1909.

2. Jean CHAUTARD. Contribution à l'étude des roches éruptives de la Côte d'Ivoire. *B. S. G. F.*, (4), VII, p. 459, 1907.

lante et d'oligoclase noyés dans une pâte cristalline de feldspath et de quartz ; petites lamelles de mica plissées et dispersées çà et là, mais, enrobant de préférence les plus gros fragments des minéraux.

Un granite à muscovite de Tamabo (embouchure du Bandama) ne présente aucune particularité.

Un granite à deux micas, provenant de la tranchée du chemin de fer entre les km. 120 et 150, montre au microscope : microcline associé à l'oligoclase, ce dernier altéré avec facules de damourite et veinules d'albite ; quartz à extinction roulante ; biotite altérée ; magnétite ; épidote secondaire ; apatite très rare.

Les granites à amphibole provenant entre Kumikro et Assieson, de Bada (pays Dida), d'Oussou (25 km. N. du confluent du Bandama et du N'Zi), de Kouta et de la tranchée du chemin de fer entre les km. 120 et 150 ont une composition analogue, c'est-à-dire : microcline rare associé à l'oligoclase plus ou moins kaolinisé avec facules de damourite ; quand l'altération est plus avancée, il y a, en outre, production d'épidote secondaire et de calcite ; myrmékite fréquente ; biotite à auréoles polychroïques et quelquefois transformée en chlorite ; hornblende commune vert d'herbe ; sphène abondant ; quartz à extinction roulante.

Aplite. — L'échantillon provenant de Guitri (pays Dida) est sans intérêt ; il est très altéré.

Granodiorite. — Cette roche, qui constitue un passage entre le granite et la diorite proprement dite, provient de Saouerikro (entre Jamossoukrou et le Bandama). Au microscope : microcline à petites plages associé à l'oligoclase altéré ; amphibole à grandes plages transformée en partie en épidote ; quartz à extinction roulante ; apatite.

Diabases. — Les échantillons proviennent d'Abli, de l'exploitation aurifère de N'Zaakro (près Toumodi), de Komébo, de Yaouré (près Angovia), de Kokumbo et de Poum-Boum-Bo. Ces diabases sont, en général, plus profondément altérées que les diabases des régions voisines. Les cristaux d'amphibole se détachent en vert foncé sur le fond vert blanchâtre de la roche. La plupart des échantillons renferment des pyrites et sont traversés par des filonnets de quartz secondaire laiteux qui se ramifient dans les moindres fissures.

Les diabases de Kokumbo, les moins altérées présentent la structure ophitique type. Au microscope : grandes plages d'am-

phibole interserties dans les baguettes de feldspath andésine ; production d'épidote secondaire ; magnétite abondante.

Les diabases de N'Zaakro sont à un stade d'altération plus élevé que les précédentes. Au microscope : l'amphibole, en grandes plages, est transformée soit partiellement en épidote, soit totalement en calcite et en produits chloriteux (pennine) ; les feldspaths ont formé de l'albite et de la zoïsite, ou se sont entièrement changés en calcite ; quartz, souvent secondaire, et à extinction roulante lorsqu'il est primaire : sphène transformé en leucoxène et en magnétite.

Andésite. — Une andésite quartzifère, trouvée en blocs roulés près d'Abli, est une roche compacte noire avec cristaux macroscopiques de quartz. Au microscope : phénocristaux d'andésine-oligoclase et d'amphibole brune polychroïque ; les cristaux de feldspath sont faculés de damourite et de zoïsite ; pâte feldspatique d'andésine à structure fluidale microlitique ; quartz secondaire en enclaves.

Amphibolites. — Les échantillons, récoltés à Poum-Boum-Bo et à N'Zaakro, sont à structure schisteuse ; ils montrent dans une pâte verdâtre des cristaux d'amphibole de quelques millimètres de longueur couchés dans le sens de la schistosité de la roche. Ces roches semblent provenir de matériaux de décomposition de diabases ayant recristallisé. Au microscope : phénocristaux d'amphibole provenant de pyroxène ouralitisé, assez semblables à la roche type de l'Oural ; pâte cristalline formée de petits cristaux d'amphibole, de feldspath et de minéraux secondaires : épidote, zoïsite, quartz, calcite.

Un échantillon provenant de Tanson est une roche noir-verdâtre avec pyrites cubiques. Au microscope : petites aiguilles d'amphibole associées à l'albite ; quartz secondaire et pyrites ; même origine probable que les échantillons précédents.

Schistes. — Les échantillons provenant du talus du chemin de fer, près du pont sur le N'Zi, sont des schistes métamorphiques gris-verdâtres, tendres et grossièrement fissibles. Au microscope : cristaux de quartz à extinction roulante ; nombreux grains de calcite ; matière argileuse ; lamelles de muscovite ; matière chloriteuse ; magnétite.

Les schistes du barrage du N'Zi à Dimbokro sont des schistes à séricite très altérés.

Les schistes provenant de Tiébissou, Ahouen, Ahuacré, Tamabo, localités situées près de l'embouchure du Bandama, sont

des schistes ardoisiers lustrés et guillochés plus ou moins altérés.

Enfin, les schistes recueillis dans les exploitations aurifères de N'Zaakro et des collines situées au Sud de cette localité, sont des schistes verts passant aux chloritoschistes et provenant probablement de diabases transformées. Ces roches sont plus ou moins fissibles et altérées.

Cornéennes. — L'échantillon provenant d'Adiou-Pli-Boka (Baoulé Sud), est une roche métamorphique, assez dure, à grain très fin, se recouvrant d'une patine ferrugineuse et ayant servi à la confection de haches. Les indigènes, paraît-il, n'ont pas gardé le souvenir de l'emploi de ces armes ; ce sont, disent-ils, des pierres du tonnerre parce qu'ils les trouvent sur le sol après de violents orages. Cette légende a cours également dans nos campagnes de France. Au microscope : pâte composée de très petits éléments de feldspath, de chlorite, de pyroxène, de mica et de limonite provenant de pyrites décomposées. Les fissures de la roche sont, en effet, remplies de pyrites et de quartz.

Grès. — Le grès de Kokumbo est une roche tendre et friable composée d'une association de grains de quartz avec éléments ferrugineux. Le grès de Poresson est siliceux avec de gros grains de quartz roulés.

Quartzites. — Les quartzites de Yaouré, près Angovia, et de Nianfoutou sur le Bandama inférieur ne présentent aucune particularité.

Quartz. — On a recueilli : au N.E. du village d'Abli du quartz de filon ; à l'exploitation aurifère de N'Zaakro, du quartz laiteux avec mouches de pyrite cuivreuse et enclaves de limonite ; à Agboville, à Ery Macouguié (station du chemin de fer), au pont de l'Agbo (km. 92 de la voie ferrée) du quartz à tourmaline ; dans la vallée d'Aloukro de la lydienne ; dans les concessions de Kokumbo et de Poresson du quartz aurifère et à sylvanite.

9° RÉGION DU COMOË ET DU SANWI.

M. L. Gentil a étudié, en 1900, un lot de roches provenant d'Alépé ; parmi les roches granitiques figuraient le granite à biotite et le granite à amphibole. La composition de ces roches est analogue à celle des autres régions de la Côte d'Ivoire. Les

actions dynamiques s'y sont manifestées par l'extinction roulante du quartz et par la structure en mortier du feldspath.

D'après M. Miltiades Armas¹, qui a parcouru la région du Comoë en 1901, les schistes métamorphiques de la région d'Alépé sont traversés par les filons d'un granite à biotite. En outre, à 4 kilomètres N.E. d'Alôso (rive gauche du Comoë près N'Zakrou) se trouve un grand dyke de pegmatite, parfois tourmalinifère, de 250 mètres de largeur, très acide et présentant des modifications de structure avec surabondance de quartz et de mica. Les blocs de quartz provenant de cette pegmatite et roulés par le Comoë sont aurifères.

Les échantillons, provenant de cette région, ont été recueillis par M. Paul Combes au cours de son voyage en 1909.

Granites. — L'échantillon provenant d'Assouba, près d'Aboisso, est un granite décomposé avec pyrites transformées, en partie, en limonite. Le granite de Maféré est épidotifère et pyritifère.

Amphibolite. — L'échantillon provenant de Sin Aboisso est un schiste amphibolique décomposé ; au microscope ; phénocristaux d'amphibole transformés en produits colloïdaux avec séparation de magnétite ; pâte feldspathique kaolinisée avec facules de damourite et grains de calcite ; épidote et quartz secondaire.

Epidotite. — L'épidotite d'Alépé est une association de quartz et d'épidote.

Grès. — On trouve, près du gîte de pyrites de Maféré et sur les bords de l'Ehania (affluent du Tanoë), des grès ferrugineux avec hématite.

Quartz. — On a recueilli : au mont Bosso (Comoë) du quartz ferrugineux avec pyrites ; aux environs d'Eorua (vallée d'Ehania) du quartz pyriteux et ferrugineux ; à Simin (N.W. de Maféré) du quartz laiteux avec grosses pyrites.

L'abondance de pyrites dans la région marécageuse du Sanwi pourrait s'expliquer par la décomposition de matières organiques donnant naissance à de l'hydrogène sulfuré.

Limonite. — On trouve dans la lagune de Tendo la limonite des marais avec de l'argile ferrugineuse.

1. Miltiades ARMAS. *Annales des Mines*, X, 1902, p. 468.

CONCLUSIONS

Il résulte de l'étude pétrographique des roches de la Côte d'Ivoire que les massifs granitiques avec leur cortège de schistes cristallins couvrent la plus grande partie du territoire de la colonie. Ces roches, composées surtout de minéraux silicatés acides, sont les plus anciennes et forment le substratum du continent africain.

Les formations granitiques de même que les sédiments bien moins anciens de roches métamorphiques, sont traversés en tous sens par des roches basiques de la famille des diabases qui sont venues au jour sous la forme soit de filons, soit de petits massifs, soit encore, et plus rarement, de coulées épaisses. Ces roches, essentiellement basiques, sont répandues sur tout le territoire de la colonie sans qu'on puisse en déduire une loi de répartition.

Convient-il d'assigner une date relativement récente à la venue des andésites, labradorites et basaltes, roches également basiques, que l'on rencontre principalement dans la zone du littoral? Faut-il les considérer, au contraire, comme un faciès de variation diabasique? Leur état de grande fraîcheur ferait pencher la balance vers la première hypothèse. Cette question mérite d'être réservée faute d'études suffisantes.

Quant aux roches sédimentaires métamorphiques, elles ne paraissent avoir qu'une importance relative car elles ont été formées aux dépens des roches préexistantes. Ces roches sont classées, comme ancienneté, entre les schistes cristallins et les grès ferrugineux signalés au mont Nimba (sources du Cavally).

Roches éruptives.

Granites. — Tous les granites examinés appartiennent aux types suivants :

1^o Série calco-alkaline : a) granite à biotite ; b) granite à deux micas ; c) granite à amphibole ; d) granite à hypersthène (type de la charnokite) ; e) aplites ; f) pegmatites ;

2^o Série alcaline : granite à ægyrine.

1^{re} série a). Granite à biotite. — Ce type, le plus répandu dans le monde entier, est aussi le plus commun dans la Côte d'Ivoire. Cette roche est holocristalline, à texture granulitique, à éléments xénomorphes et à grain généralement fin.

Le feldspath dominant est le microcline rosé ou blanc reconnaissable à ses stries quadrillées ; il est presque toujours associé à l'oligoclase de couleur blanchâtre ou jaunâtre présentant au microscope de fines macles parallèles. Ce feldspath est habituel-

lement altéré, c'est-à-dire kaolinisé et faculé de damourite ; on le voit encore avec de petites fissures albitisées. La particularité intéressante est la formation de myrmékite. Celle-ci s'observe sur les lignes de contact du microcline et de l'oligoclase et consiste en bourgeons ou en croûtes formés d'un plagioclase plus acide que l'oligoclase et d'inclusions de quartz finement vermiculées rappelant un peu la micropegmatite¹.

Le quartz, ordinairement vitreux, moule tous les autres minéraux. Ses plages sont toujours à extinction roulante par suite de l'intervention constante d'actions dynamiques.

La biotite, en lamelles irrégulières et déchiquetées, est souvent altérée et chloritée.

Les minéraux accessoires les plus habituels sont l'apatite et le sphène.

Le type de granite à biotite avec microcline et myrmékite est également très commun dans la haute Guinée.

b) *Granite à deux micas*. — Ce type de granite dans lequel le quartz tend à s'individualiser est la granulite de quelques auteurs français. Les échantillons recueillis proviennent du pays Toma et surtout du cercle des Lagunes (environs d'Alépé). La tourmaline et les grenats y sont signalés comme minéraux accessoires.

c) *Granite à amphibole*. — Cette roche est un granite à biotite renfermant de l'amphibole ; sa coloration est toujours d'un gris plus sombre que celle du granite à biotite. Ce type de granite est assez commun aux sources du Niger (haute Guinée) et dans le cercle du Baoulé sud. L'amphibole est la hornblende commune, de couleur d'herbe plus ou moins intense, polychroïque, à angle d'extinction inférieur à 22° et à teinte de polarisation ne dépassant pas le jaune de premier ordre. Sphène abondant.

d) *Granite à hypersthène*. — Ce type, qui provient du haut Cavally (pays des Dans) a été étudié par M. A. Lacroix². C'est un granite à gros grain, parfois pegmatitique. Il est formé d'orthose, d'oligoclase, de quartz avec fort peu d'hypersthène et de biotite. Ce granite passe aux norites par diminution progressive de la biotite et de l'orthose et par augmentation de l'hypersthène et du plagioclase.

Les granites à hypersthène ont été signalés au Sud de la Nor-

1. M. T. TRONQUOY. Origine de la myrmékite. *B. Soc. fr. Minér.*, t. XXXV, juin 1912, p. 214.

2. A. LACROIX. *C.R. Ac. Sc.*, t. CL, p. 18, 1910.

vège, au Canada et aux Indes. Le type des Indes, désigné sous le nom de charnokite, se rapproche surtout de celui de la Côte d'Ivoire.

e) *Aplite*. — Cette association microgranulitique de feldspath et de quartz, que l'on rencontre en filons dans le granite, n'a fourni qu'un seul échantillon peu intéressant. Cette variété de granite doit être cependant assez commune.

f) *Pegmatite*. — La pegmatite est largement représentée surtout dans la bordure de roches granitiques du littoral (Tabou, Bliéron, Alépé). Sur certains points les cristaux de feldspath atteignent un décimètre de longueur. La tourmaline, l'or, la sylvanite et la chlorite se rencontrent dans les grands dykes de pegmatite des environs d'Alépé.

2^e série. *Granite à ægyrine*. — Ce granite a été rencontré entre Dialacora et Buandougou (vallée moyenne de la Sassandra) où il forme un petit massif isolé. C'est un granite rose, à gros grain, essentiellement constitué par du microcline, de l'albite, de l'ægyrine et une amphibole sodique non étudiée.

Les granites alcalins sont remarquables non seulement par leur composition minéralogique mais encore par leur situation au milieu de roches essentiellement calcoalcalines. Il serait intéressant de connaître les relations qui existent entre ces deux sortes de roches de composition chimique si différente.

La même particularité a été signalée dans le Dahomey par M. H. Hubert (massif de Fita).

Particularités sur les granites. — Les éléments constituants des granites peuvent être disposés sans aucun ordre, ou bien, en lits plus ou moins réguliers donnant des termes de passage aux gneiss. Quelques géologues ont émis l'idée que les gneiss de la Côte d'Ivoire étaient des granites ayant subi de fortes actions dynamiques et qu'il convenait de les classer comme des orthogneiss. Dans tous les cas, il est intéressant de constater que tous les échantillons de granite examinés portent les traces des pressions qu'ils ont subies soit par l'extinction roulante des plages de quartz, soit par le fendillement, la torsion ou la disposition en mortier des cristaux de feldspath, soit encore par la texture cataclastique de quelques échantillons. Il y a tout lieu de penser que, comme dans le Fouta-Djalon, tous les stades d'écrasement des granites sont représentés¹.

1. Colonel AZÉMA. Contribution à l'étude des roches de la Guinée française. C. R. Congrès des Sociétés savantes en 1912 (Sciences).

3 février 1915.

Bull. Soc. géol. Fr., XIV. — 15.

Toutes les variétés, au point de vue de la grosseur du grain, se retrouvent dans les granites et le granite porphyroïde est fréquent.

Toute la gamme de coloration existe et varie selon la prédominance de l'élément coloré. Les teintes rosées ou rubiginieuses sont données par le feldspath, tandis que les teintes grises plus ou moins foncées sont communiquées par l'abondance de la biotite et de l'amphibole.

Si des échantillons de granite de grande fraîcheur ont été recueillis, il en est d'autres, par contre, qui présentent les stigmates d'une altération profonde. En général, le plagioclase est l'élément le moins résistant; ses plages apparaissent troublées et tachées par la kaolinisation et parsemées de facules de damourite; quelquefois les plages sont fissurées et albitisées.

La biotite se transforme souvent en produits chlorités et même en éléments ferrugineux lorsque la décomposition est plus avancée.

Diorites-gabbros. — Le groupe diorite est peu représenté à la Côte d'Ivoire. Un seul échantillon de diorite quartzifère est à citer; il provient de Saouerikro (entre Yamossoukrou et le Bandama) et a été recueilli par M. Joseph. Cette roche, qui contient à la fois du microcline et un plagioclase n'est pas une véritable diorite mais une granodiorite; elle constitue un terme de passage aux granites.

Les gabbros sont représentés par la variété norite trouvée au pays des Dans. Cette norite, à texture granulitique, est constituée par un plagioclase associé à un pyroxène orthorhombique (hypersthène) et à la biotite.

Diabases-basaltes. — Les diabases sont, après les granites, les roches les plus abondantes; elles se montrent dans toute l'étendue de la colonie aussi bien dans les terrains granitiques que dans les sédiments métamorphiques. Elles constituent généralement des filons plus ou moins importants, quelquefois de petits massifs, rarement de puissantes coulées avec formation colonnaire.

Les roches de diabase, sous l'influence destructive des agents atmosphériques, forment d'énormes boules écaïlleuses empilées les unes sur les autres. Des voyageurs prétendent que les variations de température que subissent ces roches entre le jour et la nuit suffisent pour les faire éclater.

Les types observés sont : *a*) diabases normales avec ou sans quartz; *b*) diabases à pyroxène magnésien (pigeonite).

Le premier type est commun à la Guinée et à la Côte d'Ivoire;

le second, rapporté du Fouta-Djalou par la mission Chevalier (environs de Mamou) n'a pas encore été rencontré à la Côte d'Ivoire.

La diabase normale, la plus commune est une roche holocristalline, à texture ophitique et d'une coloration vert-noirâtre. Les plages présentent de fines baguettes de labrador enchevêtrées et moulées par de grandes plages d'augite. Ces éléments sont le plus souvent altérés avec ouralitisations du pyroxène. Les minéraux accessoires sont : quartz, magnétite, fer titané, pyrite, apatite.

Les diabases à pigeonite, étudiées et décrites par M. A. Lacroix¹, sont uniquement constituées par un plagioclase voisin du labrador et par de la pigeonite (pyroxène très magnésien, monoclinique, à axes optiques peu écartés et parfois presque uniaxe). Elles renferment d'une façon constante dans les intervalles intersertaux des feldspaths une quantité importante de micropegmatite d'orthose et de quartz ; il existe parfois un peu de biotite.

L'état d'altération variable des échantillons examinés permet de supposer que les éruptions de diabases ne se sont pas effectuées à une même époque géologique mais bien qu'elles ont eu lieu à des périodes différentes. On observe, en effet, des degrés d'altération plus ou moins intenses qui vont s'échelonnant depuis la diabase à augite ouralitisée jusqu'à celle dont les éléments sont entièrement transformés. Le type ultime de cette altération consiste dans la transformation de l'augite en produits chloriteux et du feldspath en calcite, zoisite et épidote. Il ne saurait être question de la décomposition latéritique qui est le résultat de phénomènes spéciaux.

Il convient de rattacher la formation des schistes verts, si fréquents dans la contrée, à l'influence du dynamométamorphisme sur les diabases schisteuses.

Roches microlitiques basiques. — Les diabases sont associées dans la région littorale du S. W., c'est-à-dire, entre l'embouchure du Cavally et celle du Sassandra, à des roches microlitiques basiques qui se classent parmi les basaltes et les labradorites.

La roche de Béréby est un basalte à feldspath dans lequel les phénocristaux de labrador et d'olivine ont cristallisé au premier temps, tandis que les microlites de labrador et d'augite sont du second temps. Il est à présumer que cette roche s'est épanchée à

1. A. LACROIX. Les syénites néphéliniques de l'archipel de Los et leurs minéraux. *N. Archives du Museum*, (5), III, p. 110.

une époque relativement récente si l'on compare son état de grande fraîcheur à celui d'altération des diabases voisines.

Même observation pour la labradorite de Béréby, recueillie non loin du basalte à feldspath. Cette roche ne comprend que des microlites de labrador et d'augite.

Les deux tachylites du mont Tou et de Tabou sont de petits filons basaltiques refroidis avant que la cristallisation ait pu s'accomplir. Dans le verre feldspathique l'on aperçoit de rares petits cristaux d'augite et d'olivine.

M. Jean Chautard¹, qui a étudié les types microlitiques du mont Orumbo dans le cercle du Baoulé estime qu'ils appartiennent au même magma basique que les diabases ; ils constituent, dit-il, une forme de filon ou de bordure analogue aux porphyrites de Bretagne et du massif de Sirra Foré, en Guinée. La labradorite du mont Kankani, près le N'Zi, se prête à la même hypothèse ; il n'en est pas de même de l'andésite quartzifère d'Abli à feldspath albite-oligoclase bien plus acide que celui des diabases.

Schistes cristallins.

Gneiss. — Ces roches prédominent sur le territoire de la Côte d'Ivoire où elles constituent le cortège habituel des granites ; elles sont très fréquemment traversées par des filons de diabases.

La composition minéralogique de ces gneiss est identique à celle des granites : feldspath, quartz, mica et quelquefois amphibole.

Les variétés suivantes de gneiss ont été recueillies : gneiss à biotite ou normal, gneiss à muscovite, gneiss à amphibole, gneiss alumineux.

Les gneiss les plus répandus sont les gneiss à biotite ; il y a analogie avec les granites à biotite qui sont également les plus abondants. Les gneiss à muscovite sont rares ; un seul exemplaire a été recueilli au mont Copè. Les gneiss à amphibole sont particulièrement abondants sur la zone du littoral (Grabo, Bliéron) et aussi dans la haute Guinée (environs de Soya). A citer un seul exemple de gneiss alumineux à gros grenats almandins (Grabo).

La disposition des éléments constitutifs en lits plus ou moins réguliers permet de distinguer : gneiss glanduleux ou œillé, gneiss rubané, gneiss granitoïde (terme de passage aux granites).

Il eût été intéressant de rechercher si les gneiss de la Côte d'Ivoire appartiennent aux orthogneiss ou aux paragneiss ; c'est-

1. JEAN CHAUTARD. Contribution à l'étude des roches éruptives de la Côte d'Ivoire. *B.S.G.F.*, (4), VII, 1907, p. 459.

à-dire, s'ils proviennent de la recristallisation d'éléments ayant appartenu à des roches éruptives acides ou s'ils sont le résultat de la transformation et de la recristallisation de matériaux de sédiment. Cette distinction basée sur la composition chimique de ces roches eût demandé un travail considérable. Certains pétrographes se basant sur l'empreinte d'actions dynamiques que l'on constate sur tous les gneiss de la région n'hésitent pas à les ranger parmi les orthogneiss.

Micaschistes. — Ces roches schisteuses, toujours associées aux gneiss, sont essentiellement formées de quartz et de mica.

Le seul échantillon rapporté par la mission Chevalier provient de la zone du littoral (Tabou) ; il renferme de gros grenats almandins et du disthène. Ces minéraux se sont développés sous l'action d'un phénomène de métamorphisme exomorphe intense.

Amphibolites. — Ces roches sont associées aux gneiss principalement dans la région des sources du Niger et sur la zone du littoral (Tabou, Bliéron).

Les amphibolites ont une structure gneissique avec coloration noir verdâtre ; elles sont formées par l'association de petits cristaux d'amphibole aciculaires d'un vif éclat. Ces cristaux ont en général une orientation commune, sont allongés suivant l'axe vertical et couchés dans le sens de la schistosité de la roche. Cette amphibole présente toutes les propriétés optiques de la hornblende commune.

L'amphibole est souvent associée au quartz (mont Tou près Taté) ; quelquefois les plagioclases sont mélangés au quartz dans des proportions très variables (sources du Niger, Souradou).

Les minéraux accessoires des amphiboles sont surtout le sphène souvent très abondant, l'épidote, la zoisite, la magnétite.

Certaines amphibolites portent l'empreinte des actions dynamiques supportées et proviennent quelquefois de diabases quartzifères entièrement transformées (Abli).

Roches sédimentaires.

Schistes. — Comme l'a écrit M. Chevalier et comme l'indique la carte géologique de M. Hubert, une zone de schistes métamorphiques se développe sur la haute Sassandra dans la grande plaine située à l'E. du fleuve, entre Sifié et Séguéla. Ces roches sont représentées par des schistes satinés et très dressés, mélangés à de grosses lentilles de quartzites et traversés de filonnets de quartz.

Les gisements les plus importants de schistes métamorphiques sont disséminés autour du massif granitique du cercle du Baoulé et principalement dans la région de Toumodi.

Enfin entre Bouaké et Dabaka (cercle du Baoulé nord) s'épanouit l'extrémité sud d'une vieille chaîne de hauteurs, appelée zone des petits massifs par M. H. Hubert, et qui est constituée par des schistes traversés par des roches microlitiques. Cette formation se continue dans la direction du N.N.E. jusqu'à la vallée de la Volta noire.

L'âge des schistes métamorphiques n'a pu être déterminé ; on sait seulement que ces formations sont intermédiaires entre les schistes cristallins et les grès horizontaux.

Les schistes métamorphiques de la Côte d'Ivoire, si l'on en juge par les échantillons recueillis, comprendraient : schistes verts ou chloritoschistes, schistes sériciteux, schistes ardoisiers.

Les schistes verts ou chloritoschistes, grossièrement fissibles, sont constitués, en partie, par des accumulations de paillettes tendres de chlorite d'un vert foncé ; ils sont souvent imprégnés de silice qui s'intercale entre les feuilletés du schiste en plaques ou en nodules plus ou moins importants. La limonite, provenant de pyrites transformées par épigénie, s'y rencontre également. Aux paillettes de chlorite s'ajoute généralement l'albite, le quartz, la calcite, la muscovite et même des minéraux de métamorphisme. Tous ces éléments minéraux, qui sont aussi des produits de décomposition des diabases, donnent à penser que les schistes verts sont le résultat de la transformation de ces roches éruptives sous l'influence d'actions dynamiques.

Les schistes sériciteux sont luisants, satinés et très fissibles ; ils sont souvent altérés. Des formations importantes de ces roches se trouvent entre le Bandama et le N'Zi, à hauteur de N'Zaakro, Abli et Dimbokro (cercle du Baoulé sud).

M. Joseph a rapporté de la région du Bandama inférieur (cercle des Lagunes) des schistes ardoisiers lustrés et guillochés. M. Chevalier en a trouvé à N'Zo près des sources du Cavally.

Grès. — La présence de grès siliceux a été signalée sur la haute Sassandra entre Belèni et Siakasso.

Les grès à magnétite sont particuliers au pays Toma et au cercle de Beyla (Guinée). Ces grès sont constitués par des grains de quartz et de magnétite soudés par un ciment d'hydroxyde de fer. D'après M. Chevalier, ces grès recouvrent toujours les schistes métamorphiques, notamment sur certaines terrasses inférieures du mont Nimba (sources du Cavally).

Quartzites. — Les quartzites à magnétite se trouvent en abondance à la montagne de N'Zo (sources du Cavally) où ils reposent sur un soubassement de gneiss ; dans certains cas la magnétite s'est oxydée et la roche passe à un quartzite à hématite.

Quartz. — En dehors des filons de quartz qui lardent la plupart des assises sédimentaires et particulièrement les schistes métamorphiques, il existe des quartz aurifères qui sont l'objet d'une exploitation intense, surtout dans les cercles du Baoulé sud et des Lagunes.

M. Jean Chautard, qui a exploré la région d'Eryma Cougié (voie ferrée) estime que le quartz aurifère se trouve dans les apophyses de quartz se détachant de la granulite à microcline en filon dans le gneiss et le micaschiste ; seuls les filons de quartz, situés au voisinage des roches basiques, sont aurifères.

D'après M. Miltiades Armas, le quartz aurifère de la région d'Aloso proviendrait d'un dyke de pegmatite situé à proximité de cette localité (rive gauche du Comoë). Cette pegmatite à tourmaline, qui est enclavée dans des schistes micacés feldspathiques ou phyllites métamorphisés, a subi des modifications dues à l'influence des roches encaissantes sur la magma granitique qui ont amené des changements de texture et la prédominance tantôt d'un élément tantôt d'un autre et particulièrement de quartz aurifère.

Latérite. — Les échantillons de limonite ou de pisolites recueillis se rapportent exclusivement à la latérite. D'après l'étude récente de M. A. Lacroix¹ sur la latérite de la Guinée, ces latérites appartiennent à la zone de concrétion et résultent de l'émigration du fer vers la surface où il se concentre pour produire une cuirasse résistante dans laquelle l'hydroxyde de fer joue le rôle de ciment et peut devenir assez abondant pour constituer un minerai de fer.

Les pisolites sont fréquents dans la cuirasse latéritique ; ils résultent d'un phénomène de concrétion sur place ; ils sont ferrugineux ou alumineux. Ces derniers sont habituels dans la cuirasse des micaschistes, des granites et des argiles. La production de la cuirasse est le dernier acte des transformations successives effectuées aux dépens des roches sous-jacentes.

1. A. LACROIX. Latérite de la Guinée. *N. Archives du Museum* (5), V, 1913, p. 336.

SUR QUELQUES ÉPISODES DE L'HISTOIRE DES TEMPS SÉNONIENS

PAR **A. de Grossouvre** ¹.

Les dépôts sénoniens du Bassin de Paris sont essentiellement constitués par de la craie blanche traçante, dans laquelle abondent souvent des rognons ou même des lits ou des veines de silex pyromaque.

Dans quelques régions cependant ces sédiments se présentent avec des faciès bien différents de celui de la craie blanche : telles sont, entre autres, la craie magnésienne de Bimont, la silice farineuse des environs de Vierzon et la craie phosphatée ou craie grise de Picardie ; ces accidents n'ont d'ailleurs qu'une extension assez restreinte.

La roche magnésienne de Bimont ainsi que la silice farineuse de Vierzon dérivent de la craie blanche par un phénomène postérieur à son dépôt et dû à l'action d'eaux chargées de magnésie ² ou de silice ³.

Au contraire la formation de la craie phosphatée est contemporaine de sa sédimentation : elle s'est déposée dans certaines régions d'élection autour desquelles continuait à s'accumuler de la craie blanche.

Cette craie grise constitue généralement des amas lenticulaires allongés, ayant jusqu'à un kilomètre de longueur et seulement deux à trois cents mètres de largeur qui reposent dans des cuvettes creusées dans la craie blanche ⁴, cuvettes dont les parois coupent parfois sous un angle de 30° les couches de cette dernière.

Sur les parois, perforées de tubulures remplies de craie grise, sont fixés des bancs d'*Ostrea semiplana* ⁵ dont les coquilles sont recouvertes d'un enduit brun brillant, d'apparence nacrée, d'environ un millimètre d'épaisseur et formé de fluophosphate de chaux, presque chimiquement pur.

1. Note présentée à la séance du 4 mai 1914.

2. A. DE GROSSOUVRE. Sur la craie de Bimont, près Breteuil (Oise). *B.S.G.F.*, 1892, (3), XX, p. XCII.

A. DE GROSSOUVRE. Recherches sur la craie supérieure I, 1901, p. 90.

3. A. DE GROSSOUVRE. Nouvelles observations sur le terrain à silex du Sud-Ouest du Bassin de Paris. *B.S.G.F.*, (4), III, 1903, p. 767.

4. A. DE GROSSOUVRE. *Loc. cit.*, 1901, p. 80.

5. A. DE GROSSOUVRE. Sur la discordance de la craie blanche et de la craie grise, *B.S.G.F.*, (3), XII, 1894, p. XXII.

Au-dessous de la surface de séparation, recouverte elle-même de cet enduit, la craie blanche a subi des modifications importantes jusqu'à la profondeur d'un mètre. Elle a été durcie et transformée en un calcaire compact ayant presque l'apparence d'un calcaire lithographique. Dans la région voisine du contact des deux craies, il y a eu infiltration de phosphate de chaux : des plaques minces y montrent¹ des Foraminifères à test de calcite, avec remplissage de phosphate amorphe et d'un mélange de phosphate et de calcite. La roche durcie est formée d'un mélange intime de granules de calcite et de phosphate amorphe, ou bien se présente comme une brèche, constituée par des particules de calcite cimentées par du phosphate.

A mesure que l'on s'éloigne de la surface de contact la proportion de phosphate diminue, puis disparaît et alors la roche durcie résulte simplement d'un changement d'état physique de la craie blanche.

La formation de la craie grise s'est poursuivie pendant une assez longue durée : elle a débuté vers la fin des temps santoniens et s'est prolongée au cours des temps campaniens pendant un laps de temps correspondant aux zones à *Act. granulatus*, à *Act. quadratus* et à la base de la craie à *Bel. mucronata*².

Je crois devoir revenir sur cette question, parce que l'on a voulu situer toute la craie grise dans l'étage campanien.

Or, j'ai recueilli vers la base de cette craie, *Micraster coranquinum* KLEIN, typique et identique, d'après M. J. Lambert, aux formes de la zone I de Paron et de Villeneuve-l'Archevêque (Yonne) et *M. rostratus* MANTELL, également déterminé par M. J. Lambert.

Ces deux Échinides sont bien contemporains du dépôt de la craie grise et n'ont pas été introduits dans celle-ci à la suite d'un remaniement qui les aurait arrachés à la craie blanche sous-jacente. Deux observations le démontrent : ils ont été trouvés au-dessus du conglomérat de base et le remplissage de l'intérieur des tests est constitué par la craie grise.

Jamais les deux Echinides cités n'ont été rencontrés dans le Campanien : leur présence suffit donc pour prouver que les premiers sédiments de la craie grise sont d'âge santonien et qu'ils appartiennent à cette zone à laquelle on a donné le nom de craie à *Marsupites*.

Comment des faits observés arriver à déduire la succession

1. A. DE GROSSOUVRE. *Loc. cit.*, 1901, p. 79.

2. A. DE GROSSOUVRE. Sur la craie grise. *B.S.G.F.*, (3) XXII, 1894, p. LVII.

A. DE GROSSOUVRE. *Loc. cit.*, 1901, p. 129 et p. 808.

d'événements qui ont précédé et accompagné le dépôt de la craie phosphatée ?

Et d'abord quelle est l'origine des cuvettes dans lesquelles se sont logés les premiers sédiments de cette craie ? Il me semble tout naturel d'admettre l'existence dans la mer créacée de courants de fond qui ont érodé les couches de la craie blanche et y ont creusé des sillons plus ou moins larges et plus ou moins allongés. Ceux-ci ont constitué les cuvettes dans lesquelles sont venus, un peu plus tard, s'accumuler les granules phosphatés de la craie grise.

Mais, auparavant, sur les parois de ces cuvettes, décapées par les courants de fond, se sont fixés des bancs d'Huîtres ; puis un peu après a commencé la précipitation du phosphate de chaux, dont je ne chercherai pas pour le moment à élucider la provenance et dont je me borne à constater la venue. Cette substance, a revêtu d'un enduit d'apparence porcelanique les valves des Huîtres et a pénétré dans la craie sous-jacente dont elle a modifiée la composition chimique et l'état physique.

Elle s'est ensuite précipitée sous forme de petits granules dont le diamètre varie en général de 0 mm. 1 à 0 mm. 5 et dépasse parfois 1 mm., englobant généralement des Foraminifères et plus rarement des débris de tests d'autres fossiles. Ces granules sont cimentés par une farine crayeuse identique à celle de la craie blanche.

Dans la craie phosphatée de Taplow (Angleterre), M. Chapman¹ a pu déterminer 98 espèces et variétés de Foraminifères et 5 espèces et variétés d'Ostracodes.

Ceci établit que les débuts de la formation du gisement de phosphate sont nettement postérieurs à la production des courants qui ont creusé les cuvettes où se sont déposés les premiers granules et cette constatation contredit formellement la théorie exposée par Sir John Murray et Mr. L. W. Collet² que « les grandes ruptures d'équilibre entraînent des changements de courants de profondeur de la mer, etc. ; qu'ils doivent jeter le trouble dans les conditions d'existence des organismes et déterminer la destruction d'innombrables individus. L'acide phosphorique fourni en abondance par les hécatombes d'organismes passe dans les sédiments, grâce aux réactions indiquées par Mr. L. W. Collet ».

1 F. CHAPMAN. Microzoa from the Phosphatic Chalk of Taplow. *Quart. Journ. of the Geological Society of London*, XLVIII, 1892, p. 514.

2 L. W. COLLET. Les concrétions phosphatées de l'Aguilhas Bank... *Proc. of the R. Soc. of Edimbourg*, XXV, 1905, part. 10, p. 862-893.

Or ici nous ne voyons rien qui soit en accord avec cette thèse. Les grands courants qui ont creusé les cuvettes et qui auraient fait, ou pu faire, des hécatombes d'organismes, ont passé sans laisser derrière eux aucun dépôt phosphaté. Des colonies d'Huîtres sont ensuite venues s'établir et prospérer sur le fond des cuvettes creusées et ce n'est que plus tard que sont tombés comme une pluie, des micro-organismes enrobés de matière phosphatée.

Il me semble d'ailleurs qu'à *priori* l'explication de Sir John Murray n'était pas acceptable. Les Foraminifères de la craie grise ont leurs loges remplies de phosphate et sont eux-mêmes entourés d'une pellicule de cette matière. L'acide phosphorique existe donc dans la craie grise en quantité certainement supérieure de plusieurs milliers de fois à celle qu'ont pu fournir les organismes qui y sont ensevelis et par conséquent il est impossible d'admettre qu'il dérive de ceux-ci.

Je serais plutôt porté à croire, comme je l'ai déjà dit, que l'acide phosphorique contenu dans l'eau de mer, où il est apporté d'une manière continue par les eaux qui ont lavé les continents, se précipite, pour des causes que nous ne pouvons définir, en certains points d'élection. C'est ainsi que, dans des solutions salines, des cristaux continuent à s'accroître là même où ils ont commencé à se former ; que dans certaines couches la pyrite se présente à l'état de nodules ou se concentre sur des débris organiques ; que la silice se comporte de la même manière ; dans d'autres cas, ce sera l'acide phosphorique et il n'y a pas de raisons pour que cette substance, pas plus que les précédentes, dérive des organismes autour desquels elle s'est déposée.

Ainsi, dans le Bassin de Paris, le phénomène de la formation de la craie grise a été précédé par l'apparition de courants de fond au sein de la mer des temps santoniens.

Or, il est digne de remarque qu'au même moment se produisaient ailleurs des mouvements orogéniques plus ou moins importants.

Dans la région pyrénéenne, ils sont bien caractérisés : j'ai montré autrefois que dans les Corbières la partie supérieure de l'étage santorien est constituée par des dépôts clastiques succédant brusquement aux sédiments vaseux de la base de cet étage, sédiments qui correspondent au sommet des marnes à *Micraster corbaricus*. Les premiers sédiments clastiques sont des grès grossiers dans la région de la Montagne des Cornes, tandis que plus au Sud, dans la vallée de Saint-Louis, ce sont des conglomérats, dont les éléments, souvent volumineux, sont formés de quartzites, de roches infracrétacées et même de roches sénoniennes.

Cette observation nous montre qu'au Midi de la Montagne des Cornes, vers la fin des temps santoniens, un relèvement du sol a fait émerger les couches crétacées antérieurement déposées. Le travail des eaux torrentielles s'est alors exercé sur cette partie exondée et en a déversé les débris sur les rivages de la mer santonienne rejetée vers le Nord. Près du rivage se sont accumulés les conglomérats de Saint-Louis et de Parahou, et, un peu plus loin, les grès grossiers de la montagne des Cornes.

Les mouvements orogéniques qui se sont produits dans la région des Corbières sont donc contemporains des courants de fond qui, dans le Bassin de Paris, ont creusé les cuvettes de la craie grise.

Il est intéressant de constater la présence au milieu de la zone détritique santonienne des Corbières d'un horizon qui renferme du phosphate de chaux et qui correspond ainsi à la base de la craie grise. Il est constitué dans la coupe du chemin des Croutets¹ par des couches de marnes gréseuses, de couleur ocreuse avec taches bleuâtres, renfermant de nombreux Gastropodes et Lamelli-branches, parmi lesquels *Trochus sougraignensis* et *Lima marticensis*. Le phosphate de chaux s'y présente, non en granules comme dans le Bassin de Paris, mais sous forme de nodules ou de moules internes de fossiles et cette différence d'état tient aux conditions différentes de sédimentation. Les marnes gréseuses en question appartiennent au complexe détritique qui constitue le sommet du Santonien des Corbières et qui est caractérisé par *Placenticeras syrtale*, *Actinocamax granulatus*, *Act. Toucasi*, *Act. Grossouvrei*; elles font ainsi partie d'une zone qui, comme je l'ai démontré depuis longtemps est l'équivalent de la craie à *Marsupites* et elles se placent par suite sur le même horizon que la base de la Craie grise du Bassin de Paris.

Également à ce même moment se produit, dans le bassin de l'Aquitaine, un changement de faciès des sédiments crétacés. Alors que le Santonien débute (assises M¹, M² et N¹ d'Arnaud) par des sédiments vaseux (calcaires, calcaires marneux et marnes argileuses), le sommet de l'étage (assise N²), correspondant à la partie supérieure de la craie à *Marsupites*, est formé par des calcaires sableux qui, dans le Sud du bassin, passent à des couches purement arénacées et siliceuses. Ces changements dont la nature des sédiments mettent en évidence que, de ce côté comme dans les Corbières, mais avec une intensité moindre, des mouvements du sol ont modifié le régime des cours d'eau sur les

1. A. DE GROSSOUVRE. *Loc. cit.*, 1901, p. 464.

terres voisines et provoqué l'apport de matériaux sableux dans la mer des derniers temps santoniens.

En Provence, nous retrouvons un phénomène de même ordre qui s'est produit également à la même époque ; ainsi que je l'ai démontré en 1891¹, le Campanien marin fait complètement défaut de ce côté : la sédimentation marine se termine par des couches saumâtres à *Lima marticensis* et *Glauconia Coquandi* qui appartiennent au Santonien supérieur. Après leur dépôt, la mer a abandonné définitivement le sol de la Provence et le Campanien est représenté par une série de couches fluviolacustres. L'émergence de la Provence est donc contemporaine des courants de fond du Bassin de Paris et des débuts du dépôt de la craie grise.

Nous avons donc reconnu en France une concordance exacte entre les divers phénomènes que nous venons de passer en revue : poursuivons nos recherches dans d'autres parties de l'Europe.

Dans les Alpes orientales nous trouvons les célèbres couches de Gosau, dont les conditions de dépôt ont été, d'une manière si frappante, absolument analogues à celles des couches des Corbières et de la Provence.

J'ai montré² que, considérées jusqu'alors comme appartenant toutes à l'étage turonien, elles constituaient en réalité une série se développant de celui-ci jusqu'aux termes les plus élevés du Sénonien.

En 1904³, j'ai cherché à prouver, en m'appuyant sur les caractères des faunes, sur l'ordre normal de superposition des couches et sur l'allure transgressive des divers étages, que ces couches ne faisaient pas partie d'une nappe de charriage venant du Sud.

Les travaux récents de divers géologues, parmi lesquels, notamment ceux de MM. Cl. Lebling et E. Spengler⁴, ont confirmé la thèse que je soutenais et ont montré qu'il y avait eu dans cette région des Alpes deux époques de charriage, l'une prégo-savienne, l'autre postgosavienne.

1. A. DE GROSSOUVRE. Sur la position de la Craie de Touraine. *C. R. Ac. Sc.*, 11 janvier 1891.

2. A. DE GROSSOUVRE. Sur l'âge des couches de Gosau, *B. S. G. F.*, (3), XXII, 1894, p. XIX.

3. A. DE GROSSOUVRE. Sur les couches de Gosau considérées dans leurs rapports avec la théorie du charriage. *B. S. G. F.*, (4), 1904, IV, p. 765.

4. CL. LEBLING. Beobachtungen an der Querstörung « Abtenau-Strobl » in Salzkammergut. *N. J. f. M. Beil.* XXXI, 1911, p. 535. — E. SPENGLER. Die Schafberggruppe. *Mit. d. geol. Ges. in Wien*, 1911, p. 181. — E. SPENGLER. Untersuchungen über die tektonischen Stellung der Gosauschichten. *Sitz. d. k. Akad. d. Wissenschaften in Wien. Mathem.-naturw. Klasse.* CXXI, nov. 1912.

Les nappes de la première étaient déjà profondément érodées au moment du dépôt des couches de Gosau. Celles-ci s'étendent transgressivement sur les tranches des couches appartenant à ces nappes ou viennent buter contre le pied des falaises qu'elles formaient.

Dans cette région les conglomérats sont fréquents à diverses hauteurs de la série crétacée : on en connaît d'âge cénomaniens, d'âge turonien supérieur et d'âge santonien supérieur¹.

Ces conglomérats nous révèlent, en même temps qu'ils les datent, les mouvements du sol qui se sont produits au cours des temps crétacés. Les conglomérats cénomaniens doivent correspondre aux charriages prégosaviens. Ceux du santonien supérieur sont exactement contemporains des conglomérats de Saint-Louis dans les Corbières et du creusement des cuvettes de la craie grise dans le Nord de la France.

Repassons maintenant sur la plateforme continentale européenne : dans l'Allemagne du Nord nous observons au cours des temps santoniens, des troubles bien marqués dans le régime de la sédimentation. Ces troubles résultent évidemment de modifications plus ou moins profondes du relief du sol.

En Westphalie, les marnes et calcaires du Turonien sont déjà à l'époque emschérienne² remplacés par des marnes renfermant une certaine proportion de sable, mais cette modification s'accroît encore à l'époque suivante et l'étage de l'Unter-Senon (Schlüter), qui comprend, outre notre Santonien tout entier, la base de notre Campanien, est formé par des dépôts plus franchement sableux, à la base les marnes sableuses de Recklinghausen à *Marsupites ornatus* et au-dessus la zone de Haltern à *Pecten muricatus*, laquelle est composée de sables et de grès grossiers. Ces deux zones constituent exactement notre étage santonien et nous voyons qu'ici encore, vers le sommet de cet étage, le caractère détritique est beaucoup plus prononcé que dans sa partie inférieure, ce qui indique qu'à ce moment l'amplitude des mouvements du sol s'était accrue.

De l'autre côté du Harz nous retrouvons des circonstances semblables. Le régime détritique y apparaît dès la base de l'étage sénonien avec les sables glauconieux du Söhofsberg qui appartiennent à l'assise de l'*Actinocamax westphalicus*, c'est-à-dire à l'étage emschérien (Coniacien) ; ils'accroît au cours des temps santoniens et surtout vers leur fin avec le Sudmerberger-Conglo-

1. A. DE GROSSOUVRE. *Loc. cit.*, tableau xxiii, 1901, p. 643.

2. L'étage emschérien (Schlüter) est l'équivalent exact du Coniacien (Coquand).

merat et le Senon-Quader : ce dernier renferme des empreintes de plantes, un niveau saumâtre et même, près de Quedlinbourg, des couches de minerai de fer avec fossiles d'eau douce. Il y a donc eu de ce côté, vers la fin de l'époque santoniennne, tendance à l'émerision.

Si de là nous nous rapprochons du Bassin de Paris, nous rencontrerons, dans le Limbourg hollandais, les sables d'Aix-la-Chapelle, d'âge santonien supérieur, constituant la base des dépôts crétacés de cette région et par là indiquant une transgression de la mer du Nord vers le Sud.

Dans la Hesbaye, à Loncée, non loin de Gembloux, c'est au contraire un lambeau d'argile glauconieuse, d'âge santonien inférieur, qui repose sur le schiste silurien et correspond à une invasion de la mer sur un sol précédemment émergé.

Donc, de ce côté, contrairement à ce qui s'est passé dans l'Allemagne du Nord, un mouvement de transgression s'est poursuivi pendant toute la durée des temps santoniens.

Sans quitter le sol de l'Europe, je pourrais multiplier ces exemples, citer les poudingues à Hippurites de Sironne sur le revers méridional des Alpes, d'âge santonien supérieur, comme certains poudingues des couches de Gosau, en Scanie, la transgression vers le Nord des couches à *Actinocamax granulatus* ; en Irlande, la transgression de la craie à *Marsupites* qui, près de Bally-Castle, repose directement sur le Trias, etc.

CONCLUSIONS.

Tous ces faits nous montrent la mobilité de l'écorce terrestre à l'époque santoniennne : une analyse analogue pourrait être poursuivie pour toutes les époques de l'histoire de notre planète.

Les courants de fond qui, dans le Nord de la France, ont creusé les cuvettes dans lesquelles s'est déposée la craie grise, ne sont qu'un contre-coup des mouvements de cette écorce, mais ils ne paraissent avoir aucun rapport de cause à effet avec le dépôt de la matière phosphatée.

Nous avons vu ainsi qu'au cours des temps géologiques¹ il y a eu au même moment des transgressions et des régressions, c'est-à-dire des mouvements de la lithosphère. On les observe à la fois sur les plateformes continentales et dans les zones de plissement, mais sur ces dernières ces mouvements ont eu naturelle-

1. A. DE-GROSSOUVRE. Sur les relations entre les transgressions marines et les mouvements du sol. *C. R. Ac. Sc.*, 5 février 1894.

ment une plus grande amplitude, parce que la croûte terrestre n'y avait pas la même rigidité que sur les plateformes continentales.

La simultanéité des transgressions et des régressions entraîne cette conséquence inéluctable qu'il y a eu des mouvements propres de la lithosphère, mais il serait téméraire d'en conclure que les déplacements des lignes de rivages en sont tous la conséquence : ils ont pu en partie être causés par les changements du niveau absolu de la mer produits par des soulèvements ou des effondrements. Ainsi, Ed. Suess ¹ a calculé que l'effondrement de l'Archipel grec et de la Mer Noire a pu déterminer sur toute la planète un abaissement de 4 mètres d'amplitude du niveau des mers.

Les déplacements des lignes de rivages ont eu souvent une répercussion sur les caractères des faunes marines ; en ouvrant de nouvelles communications entre les divers bassins maritimes, en fermant celles qui existaient ou en donnant naissance à de nouveaux courants, ils ont occasionné des modifications plus ou moins importantes des faunes qui les habitaient ; celles-ci se sont transformées ou même se sont renouvelées complètement.

Il résulte de ce qui précède que les lacunes, les discordances, les transgressions, les régressions et les changements de faunes sont des phénomènes qui n'ont qu'une valeur locale ou régionale et qui ne peuvent, par suite, servir de base pour une classification générale.

1. E. SUSS (Trad. de Em. DE MARGERIE). La Face de la Terre, II, p. 849.

SUR DE NOMBREUSES SECOUSSES SÉISMQUES AU NORD DU MASSIF CENTRAL, DE JUIN A DÉCEMBRE 1913

PAR **Ph. Glangeaud**¹.

Plus de 50 secousses séismiques ont été ressenties depuis le mois de juin 1913, jusqu'à la fin de décembre de la même année, aux confins des départements de l'Allier, de la Creuse et du Puy-de-Dôme, dans un territoire s'étendant au Sud de Montluçon et de Boussac, à plus de 30 communes, notamment à Chambon-sur-Vouèze, Évaux, Sannat, Auzances, Dontreix, Fontannières (Creuse); Marcillat, Saint-Fargeol (Allier); Château-sur-Cher, Roche d'Agout, Saint-Maignier, Pionsat, Gouttières (Puy-de-Dôme).

Ce territoire, grossièrement elliptique, dont la plus grande direction est N.W.-S.E. couvre environ 1200 km. carrés.

La région ébranlée étant considérée comme à peine séismique, il m'a paru utile de souligner la *curieuse répétition de séisme à longs intervalles* dont elle a été le théâtre durant six mois. Ces multiples secousses provoquèrent un vif émoi et même l'effroi parmi les populations des localités les plus éprouvées.

Elles débutèrent le 27 mai, dans la région guérétoise, par trois fortes secousses (avec chutes d'objets) qui eurent lieu à 2 heures, 5 h. 45 et 5 h. 50 du matin et furent ressenties sur un territoire de direction N.-W., parallèle à la vallée de la Creuse et de 30 kilomètres environ de long. L'activité séismique se déplaça ensuite vers l'Est et se fit sentir dans la région signalée plus haut, depuis les premiers jours de juin jusqu'à la fin de décembre à des intervalles variant de 2 à 16 jours.

Les secousses dont la durée était de 2 à 3 secondes, et la direction généralement N.W.-S.E., avaient lieu par groupes de 2 à 5, séparées par des intervalles de quelques minutes à une heure.

Voici la série de quelques secousses, en partie enregistrées à partir du mois de septembre par le séismographe de l'Observatoire de la Côte de Landois, près de Clermont-Ferrand, et obligeamment communiquées par mon excellent collègue, M. Mathias².

1. Note présentée à la séance du 4 mai 1914.

2. L'évaluation des secousses en secondes provient de l'Observatoire, les autres de nombreux habitants de la zone ébranlée.

20 septembre	6 h. 49' 49"	} très forte secousse
	7 h. 45' 6"	
	15 h. 8'	
	17 h. 15'	
16 octobre	Début 15 h. 12' 37"	
	Fin . . . 15 h. 15'	} forte secousse
	4 h. faible	
	5 h. 2' id.	
	8 h. 7' id.	
17 —	10 h. 1' id.	
18 —	5 h. forte	}
	5 h. 30' faible	
	5 h. 46' assez forte	
28 —	23 h. faible	}
1 ^{er} novembre	7 h. 51' 22" faible	
15 —	11 h. 44' 20" id.	}
	14 h. 46' 2" id.	
	7 h. 56' 26" très faible	}
27 —	8 h. 2' 28" id.	
	8 h. 6' 2" id.	
	14 h. 59' 8" faible	}
12 décembre	6 h. 3' assez forte	
	5 h. 12' faible	

Les secousses étaient accompagnées de forts grondements souterrains et parfois d'un mouvement giratoire. Elles furent en général légères, médiocres ou fortes. Deux, cependant, peuvent être qualifiées de *très fortes* (d'après l'échelle de Mercalli), car elles provoquèrent la chute d'objets dans les maisons, de quelques

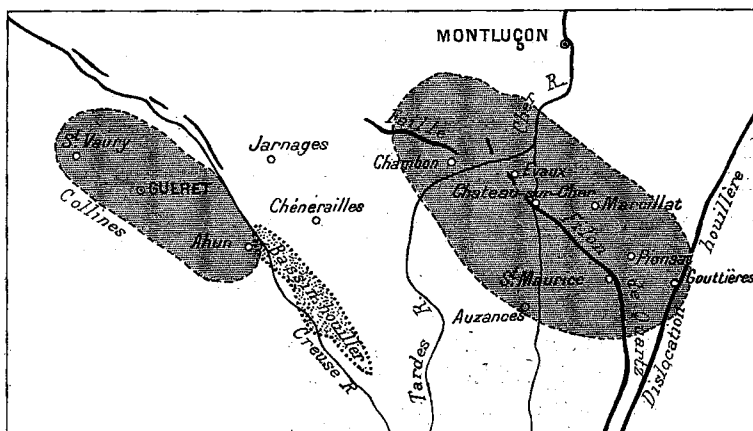


FIG. 1. — CARTE DES TERRITOIRES ÉBRANLÉS (hachurés). — 1/500000.

cheminées et produisirent en certains points des lézardes dans les murs. Ce *maximum d'ébranlement* eut lieu le 16 octobre (5 secousses) et le 18 octobre (3 secousses). Il me paraît que l'on pourrait considérer les secousses antérieures à ces dates comme *prémonitoires* et les secousses postérieures comme des *répliques* à longs intervalles.

L'*amplitude* des secousses qui m'a été également fournie par M. Mathias, directeur de l'Observatoire du Puy-de-Dôme, fut de quelques μ . et ne dépassa pas 20 μ .

Quelle est l'origine de ces nombreuses secousses ? L'examen de la Carte géologique détaillée à 1/80000, est des plus suggestif à cet égard, car les deux territoires ébranlés ont la forme d'ellipses, dont le grand axe de direction N.W., est encadré par des dislocations (Guéret), ou superposé à de grandes fractures qui ont fait l'objet d'importants travaux de M. de Launay, qui en a également dressé la carte.

Le premier est limité et jalonné d'une part, par les hauteurs granitiques de Maupuy, Saint-Vaury, d'autre part, par les dislocations qui suivent la vallée de la Creuse et ont déterminé sa direction.

Le second, a son grand axe marqué par le long filon quartzeux de Saint-Maurice-de-Pionsat, Château-sur-Cher, les sources minérales d'Évaux et les filons aurifères du Chatelet ; il est en outre intéressé par d'assez nombreux filons de porphyre et des bandes de tufs orthophyriques. Il ne paraît pas douteux que l'origine des séismes précités ne doive être recherché dans le jeu irrégulier et successif et dans l'ajustage des vousoirs se groupant le long des dislocations précédentes.

Leur genèse, qui rappelle celle de beaucoup de tremblements de terre du Bassin de Paris, étudiés par M. Paul Lemoine, est donc vivement éclairée par les considérations géologiques¹.

1. Je remercie vivement les nombreuses personnes qui ont eu l'obligeance de me fournir des renseignements sur le sujet qui fait l'objet de cette note.

SUR DES OTOLITHES DE POISSONS FOSSILES
DES TERRAINS TERTIAIRES SUPÉRIEURS DU SUD-OUEST
DE LA FRANCE

PAR **F. Priem**¹.

SOMMAIRE. — Espèces et variétés nouvelles. — Stampien. *Otolithus* (*Cotidarium*) *Degrangei* n. sp. — Aquitainien. *O.* (*Hymenocephalus*?) *aquitanicus* n. sp.; *O.* (*Percidarum*) *brevis* n. sp. — Burdigalien et Helvétien. *O.* (*Scopelus*?) sp.; *O.* (*Congeris*) *Duvergieri* n. sp.; *O.* (*Gadidarum*) *Peyroti* n. sp. — *O.* (*Gadidarum*) sp.; *O.* (*Gadus*) *elegans* KOKEN var. *lævis* n. v.; *O.* (*Ophidiidarum*) sp. — *O.* (*Pleuronectidarum*) *concauus* n. sp.; *O.* (*Sciænidarum*) *gracilis* SCHUBERT var. *sallensis* n. v.; *O.* (*Gobius*) *rotundus* n. sp.; *O.* (*incertæ sedis*) *martillacensis* n. sp.; *O.* (*incertæ sedis*) *dorsalis* n. sp.

Les otolithes du Tertiaire supérieur du Sud-Ouest de la France n'ont donné lieu jusqu'ici qu'à peu d'études.

Le professeur E. Koken a signalé la présence, dans le Miocène de Bordeaux, d'otolithes qu'il a rapportés aux Morues sous le nom d'*Otolithus* (*Gadus*) *tenuis*². J'ai récemment décrit des otolithes du Miocène de Bordeaux : *Otolithus* (*Percidarum*) *æqualis* KOKEN, var. *burdigalensis* n. v, et d'autres du Miocène (Helvétien) de Sallespisse (Basses-Pyrénées) : *Otolithus* (*Sciænidarum*) *Corii* SCHUBERT var. *Cossmanni* n. v, et *O.* (*Sciænidarum*) *pyrenaicus* n. sp.³.

M. Degrange-Touzin a bien voulu me communiquer en 1913 plus de cinq cents otolithes du Tertiaire du Sud-Ouest. Quelques-uns proviennent du Stampien et de l'Aquitainien ; tous les autres ont été recueillis dans les couches burdigaliennes et helvétiques : On trouvera ici la description de ces otolithes⁴. Ils sont tous figurés grossis, au quadruple de la grandeur.

1. Note présentée à la séance du 4 mai 1914.

2. E. KOKEN. Neue Untersuchungen an tertiären Fisch-Otolithen II. *Zeitsch. d. deutsch. geol. Ges.*, 1891, p. 92, pl. iv, fig. 3, 3a.

3. F. PRIEM. Sur des otolithes de Poissons fossiles des terrains tertiaires supérieurs de France, Miocène du Sud-Ouest. *B.S.G.F.*, (4), t. XI, 1911, p. 41-44, fig. 5-7.

4. C'est grâce à l'obligeance de M. A. Peyrot, professeur au Lycée de Bordeaux, que j'ai pu étudier les fossiles de la collection Degrange-Touzin.

STAMPIEN

ACANTHOPTÉRYGIENS. — COTTIDÉS.

Otolithus (Cottidarum) Degrangei n. sp. Gaas (Landes), Stampien.

Il s'agit d'un otolithe gauche (fig. 1) ayant les dimensions suivantes : longueur 4 mm. 5, hauteur 2 mm. 5, épaisseur 1 mm. La face interne est légèrement bombée, le rostre brisé ; le sulcus, à crêtes saillantes, montre un ostium large bien séparé de la cauda ; celle-ci courte et droite se termine vers le bord postérieur par un élargissement. La face externe est concave avec ornements rayonnants sur les bords.

Cet otolithe ressemble surtout à *O. (Cottidarum) sulcatus* KOKEN des couches de Jackson River (États-Unis), Oligocène¹, mais l'excisura est moins marquée que dans cette espèce et l'on n'y voit pas de crénelures sur les bords de la face interne comme dans l'espèce d'Amérique.

Nous rapporterons donc l'otolithe de Gaas à la famille des Cottidés, Poissons généralement littoraux des mers peu profondes et dont certains même vivent dans les rivières. Le représentant de cette famille, le plus commun sur nos côtes de la Manche et de l'Océan est le Chaboisseau ou Cotte scorpion (*Cottus scorpius* LINNÉ). Nous appellerons l'otolithe du Stampien de Gaas *O. (Cottidarum) Degrangei* n. sp. le dédiant à M. Degrange-Touzin.



FIG. 1. — *Otolithus (Cottidarum) Degrangei* n. sp. Otolithe gauche vu sur les deux faces. Gaas (Landes), Stampien.

FIG. 2. — *Otolithus (Hymenocephalus) aquitanicus*, n. sp. Otolithe droit vu sur les deux faces. Saint-Morillon (le Plantat) (Gironde), Aquitanien.

AQUITANIEN

ANACANTHINES. — MACRURIDÉS.

Otolithus (Hymenocephalus?) aquitanicus n. sp. Saint-Morillon (le Plantat) (Gironde), Aquitanien.

Petit otolithe droit, presque circulaire, ayant pour dimensions : longueur 2 mm. 5, largeur 2 mm. 5, épaisseur 0 mm. 5.

1. E. KOKEN. Neue Untersuchungen an tertiären Fisch-Otolithen. *Zeitsch. d. deutsch. geol. Ges.*, 1888, p. 287, pl. xviii, fig. 12.

La face interne est légèrement bombée, la face externe légèrement concave ; les deux faces sont privées d'ornements. Le sulcus, plus rapproché du bord dorsal que du bord ventral, est continu, droit ; il ne se sépare pas en un ostium et une cauda. Il est ouvert à une extrémité (extrémité ostiale) et fermé à l'autre qui est très près du bord postérieur.

On peut comparer cet otolithe à ceux des Macruridés du genre *Hymenocephalus* GIGLIOLI. Les Macruridés sont des Poissons voisins des Gadidés (Morues) et habitant les grandes profondeurs océaniques. Le genre *Hymenocephalus* est représenté actuellement par diverses espèces de la Méditerranée, de l'Atlantique, de l'Océan Indien et du Pacifique.

Notre otolithe se rapproche de *O. (Hymenocephalus?) labiatus* SCHUBERT du Miocène d'Autriche et du Pliocène d'Italie¹, mais ce dernier est plus allongé et sa face externe est légèrement bombée. Nous rapporterons l'otolithe de Saint-Morillon à une espèce nouvelle rapportée avec doute au genre *Hymenocephalus*, sous le nom de *O. (Hymenocephalus?) aquitanicus*.

ACANTHOPTÉRYGIENS. — I. PERCIDÈS (sens large).

Otolithus (Percidarum) aff. *moguntinus* KOKEN, Villandraut (moulin de Gamachot) (Gironde), Aquitaniens.

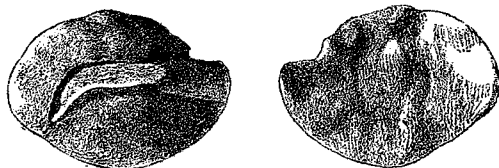


FIG. 3. — *Otolithus (Percidarum)* aff. *moguntinus* KOKEN. Otolithe gauche vu sur ses deux faces. Aquitaniens, Villandraut (moulin de Gamachot) (Gironde).

Otolithe gauche (fig. 3), de forme allongée, ayant pour dimensions : longueur 7 mm., largeur 5 mm. 5, épaisseur 1 mm. 5. La face interne est bombée, avec de faibles ornements sur le bord dorsal. La face

externe est concave avec de faibles inégalités. Le rostre est accusé, l'excisura marquée. L'ostium est large, la cauda bien séparée de l'ostium, assez longue, recourbée vers le bas à son extrémité ; elle n'atteint pas le bord postérieur.

Cet otolithe a beaucoup d'affinité avec *O. (Percidarum) mogun-*

1. R. SCHUBERT. Die Fischotolithen des oesterrungar. Tertiärs II. Macruriden und Beryciden. *Jahrb. der. h. k. geol. Reichsanstalt*, 1905, LV, p. 626-628, pl. xvii, fig. 18, 21, 23. — Voir aussi : G. G. BASSOLI. Otoliti fossili terziari dell' Emilia. *Rev. ital. di Paleontologia*, anno XII, 1906. p. 43, pl. II, fig. 31 (qui se rapproche davantage de notre otolithe).

tinus KOKEN; du Miocène inférieur de Weisenau près Mayence, Allemagne¹, et nous le rapprocherons de cette espèce.

Otolithus (*Percidarum*) *æqualis* KOKEN, var. *burdigalensis* PRIEM. Labrède (Gironde), tranchée du chemin de fer, Aquitainien.

Otolithe gauche (fig. 4) dont les dimensions sont : longueur 6 mm., largeur 4 mm. 5, épaisseur 1 mm. 5.

Le rostre est peu marqué, la face interne est bombée avec des ornements faibles (lignes rayonnantes) sur le bord dorsal; la face externe est concave avec de fortes irrégularités sous



FIG. 4. — *Otolithus* (*Percidarum*) *æqualis* KOKEN, var. *burdigalensis* PRIEM. Otolithe gauche vu sur les deux faces. Labrède, (Gironde) (tranchée du chemin de fer), Aquitainien.

forme de lignes disposées dans le sens de la largeur. Le sulcus présente un ostium court, relativement étroit, se continuant insensiblement par une longue cauda très recourbée vers le bord ventral.

Cet otolith rappelle beaucoup *O. (Percidarum) æqualis* KOKEN, var. *burdigalensis* du Miocène de Bordeaux, que j'ai déjà décrit².

Otolithus (Percidarum) brevis n. sp., Saint-Morillon (le Plantat) (Gironde), Aquitainien.

Otolithe droit (fig. 5) ayant pour dimensions : longueur 3 mm. 5, largeur 2 mm., épaisseur 0 mm. 5. La face interne est faiblement bombée et la face externe légèrement concave; les bords portent de faibles crénelures surtout visibles sur la face externe. Le rostre est peu marqué; l'ostium, relativement long et large, est séparé par un étranglement d'une cauda courte qui se recourbe vers le bas.

C'est un otolith de Percidé (sens large) que nous rapportons, à cause de la cauda courte, à une espèce nouvelle : *O. (Percidarum) brevis*.

Otolithus (Labrax) lucidus BASSOLI, Cabanac (Pouquet) (Gironde), Aquitainien.

Un otolith droit de Percidé a pour dimensions : longueur

1. E. KOKEN. *Loc. cit.*, II, 1891, p. 128, fig. 17.

2. E. KOKEN. *Loc. cit.*, II, 1891, p. 127, fig. 16 du texte. — F. PRIEM, *loc. cit.*, *B. S. G. F.*, (4), XI, 1911, p. 41-42, fig. 4. Pour Koken les otolithes de *O. (Percidarum) æqualis* répondent au type du genre actuel *Labrax*, de même ceux de *O. (Percidarum) moquintinus*.

4 mm. 5, largeur 2 mm. 5, épaisseur 1 mm. Le rostre est accusé, la face interne bombée, la face externe concave avec des sillons sur les bords. L'ostium est assez large, la cauda longue et recourbée fortement vers le bord ventral qu'elle atteint (fig. 6).

Je compare cet otolithe à *O. (Labrax) lucidus* BASSOLI, du Miocène moyen du Monte Gibbio (Modénais, Italie¹). L'otolithe de Cabanac est un peu moins allongé que le type.

On sait que le genre *Labrax* CUVIER et VALENCIENNES correspond à nos Perches de mer ou Bars, Poissons perciformes communs sur nos côtes.



FIG. 5. — *Otolithus (Percidarum) brevis* n. sp. Otolithe droit vu sur ses deux faces. Saint-Morillon (le Plantat), Aquitaniens.



FIG. 6. — *Otolithus (Labrax) lucidus*, BASSOLI. Otolithe droit vu sur ses deux faces. Cabanac (Pouquet), Aquitaniens.

Otolithus (Serranus) Noetlingi KOKEN, Cabanac (Pouquet) (Gironde), Aquitaniens.

Deux otolithes gauches, dont l'un est représenté (fig. 7), a pour dimensions : longueur 3 mm. 5, largeur 2 mm. 5, épaisseur 0 mm. 5. La face interne est légèrement bombée, la face externe concave. Il y a des sillons plus ou moins accusés par les bords de cette face, et aussi des crénelures sur les bords de la face interne, surtout sur le bord dorsal. Le rostre est assez peu accusé, l'ostium large, la cauda étroite, presque droite, recourbée seulement à son extrémité vers le bord ventral.



FIG. 7. — *Otolithus (Serranus) Noetlingi* KOKEN. Otolithe gauche vu sur ses deux faces. Gironde, Cabanac (Pouquet), Aquitaniens.

Je rapproche ces otolithes de *O. (Serranus) Noetlingi* KOKEN, de

l'Oligocène supérieur de Sternberg et de Cassel (Allemagne)². Ils sont moins allongés que le type.

Les Poissons perciformes appelés Serrans (genre *Serranus* CUVIER) habitent nos côtes³.

1. G. G. BASSOLI. *Loc. cit.*, p. 52, pl. II, fig. 28.

2. E. KOKEN. *Loc. cit.*, II, 1891, p. 124-125, pl. VIII, fig. 1, 1a.

3. Avec les otolithes de Cabanac qu'on vient d'étudier, s'en trouve un autre dont le sulcus est effacé; il est indéterminable mais pourrait appartenir à la famille des Sciaenidés.

BURDIGALIEN ET HELVÉTIEN.

On étudiera ici en même temps les otolithes du Burdigalien et ceux de l'Helvétien, qui présentent un assez grand nombre d'espèces communes.

PHYSOSTOMES. — SCOPÉLIDÉS.

Otolithus (Scopelus?) sp. Martillac (Pas-de-Barrau) (Gironde), falun bleu. Burdigalien.

Un fragment irrégulier montre une cauda formée d'une partie droite terminée par une partie élargie. C'est sans doute un fragment d'otolithe de Scopélidé (fig. 8).

Les Scopélidés sont des Poissons carnassiers dont la plupart vivent à de grandes profondeurs. Plusieurs espèces du genre *Scopelus* CUVIER se trouvent dans la Méditerranée.



FIG. 8. — *Otolithus (Scopelus?)* sp. Fragment d'otolithe vu sur sa face interne. Martillac (Pas de Barrau) (Gironde), falun bleu, Burdigalien.



FIG. 9. — *Otolithus (Congeris) Duvergieri* n. sp. Otolithe gauche vu sur sa face interne. Léognan (Coquillat) (Gironde). Burdigalien.

APODES. — MURÆNIDÉS.

Otolithus (Congeris) Duvergieri n. sp. Léognan (Coquillat) (Gironde), Burdigalien.

Un otolithe gauche, ovale, bombé sur la face interne, à face externe plate, sans ornement, montre une cauda courte et profonde à crêtes bien accusées; l'ostium est mal délimité vers la région dorsale; il est beaucoup moins profond que la cauda (fig. 9).

Les dimensions sont : longueur 5 mm., largeur 4 mm., épaisseur 1 mm.

C'est un otolithe de Murænidé à comparer à ceux des Anguilles de mer ou Congres, genre *Conger* CUVIER. Je le compare à *O. (Congeris) brevior* KOKEN des couches de Jackson River, Oligocène d'Amérique, qui est plus allongé¹. Je l'appelle

1. E. KOKEN. *Loc. cit.*, 1888, p. 293-294, pl. XVIII, fig. 7.

O. (Congeris) Duvergieri n. sp. ; je dédie cette espèce à M. Duvergier, géologue de Bordeaux, qui m'a communiqué de nombreux débris de Poissons fossiles du Sud-Ouest.

ANACANTHINES — I. GADIDÉS.

Otolithus (Gadidarum) Peyroti n. sp. Léognan (moulin Daney). Burdigalien.

Otolithe droit de forme allongée (fig. 10). La face interne est bombée avec des crénelures sur le bord dorsal. Le sulcus montre un ostium avec formation colliculaire¹, se raccordant à une cauda courte et large par un étranglement. La face externe est rendue convexe par de nombreux tubercules et des crêtes saillantes. Les dimensions sont : longueur 5 mm., largeur 3 mm., épaisseur 1 mm.

C'est un otolithe de Gadidé. Ce groupe des Morues (*Gadus* [ARTEDI] LINNÉ) a laissé de nombreux otolithes dans les couches tertiaires, surtout dans le Tertiaire supérieur.

L'otolithe de Léognan se distingue par sa cauda courte qui s'arrête bien avant le bord postérieur et par la position du sulcus très voisin du bord dorsal. Je le rapporte à une espèce nouvelle sous le nom d'*O. (Gadidarum) Peyroti*, le dédiant à M. Peyrot.



FIG. 10. — *Otolithus (Gadidarum) Peyroti* n. sp. Otolithe droit vu sur ses deux faces. Léognan (moulin Daney), Burdigalien.

FIG. 11. — *Otolithus (Gadidarum)* sp. Otolithe gauche vu sur sa face interne. Martillac (Pas de Barrau), Burdigalien, falun bleu.

Otolithus (Gadidarum) sp. Martillac (Pas de Barrau), falun bleu, Burdigalien.

Deux otolithes gauches, allongés, elliptiques, à rostre assez accusé, ont une face interne légèrement bombée, une face externe concave avec un bombement inférieur. L'ostium est long, il est séparé d'une petite cauda par un étranglement. L'un de ces otolithes ici représenté (fig. 11) a pour dimensions : longueur 4 mm., largeur 2 mm. 5, épaisseur 1 mm.

On doit probablement rapporter ces otolithes aux Gadidés.

1. On donne le nom de colliculum ou de formation colliculaire à une partie en saillie remplissant tout ou partie du sulcus et diminuant ainsi la lumière de ce canal.

Otolithus (Gadus) elegans KOKEN, var. *lævis* n. v. Clermont (Landes), Helvétien.

Trois otolithes, deux gauches et un droit, sont allongés en forme de pépin, le rostre est pointu, la face interne est bombée, la face externe légèrement bombée vers le bord postérieur. Le sulcus commence très près du bord antérieur sans s'y ouvrir et n'atteint pas le bord postérieur. Il est étroit; l'ostium ne se sépare de la cauda que par un léger étranglement ventral; la cauda se recourbe très légèrement à son extrémité supérieure.

Le plus grand de ces otolithes (otolithe gauche), ici représenté (fig. 12), a pour dimensions : longueur 4 mm., largeur 2 mm. 3, épaisseur 1 mm.

C'est à *O. (Gadus) elegans* KOKEN qu'il faut rapporter ces otolithes. Cette espèce, de l'Oligocène et du Miocène d'Allemagne, du Miocène d'Autriche-Hongrie, du Miocène et du Pliocène d'Italie et du Pliocène du Suffolk (Angleterre), présente de grandes variations de forme et d'ornementation¹. Le plus souvent la surface externe présente de nombreux tubercules mais elle peut être presque lisse. C'est ce qui a lieu ici où il n'y a que de faibles traces d'ornementation. On peut en faire, à cause de la surface externe lisse, une variété *lævis*.

Je rattache à la même espèce et à la même variété un otolithe gauche de la même provenance. Il est un peu plus grand, l'ostium s'ouvre au dehors, la surface externe est concave².



FIG. 12. — *Otolithus (Gadus) elegans* KOKEN var. *lævis* n. v. Otolithe gauche vu sur ses deux faces. Clermont (Landes), Helvétien.

FIG. 13. — *Otolithus (Macrurus)* aff. *Toulai* SCHUBERT. Otolithe droit vu sur sa face interne. Saint-Geours (Landes). Aquitainien ou Helvétien ?

II. MACRURIDÈS.

Otolithus (Macrurus) aff. *Toulai* SCHUBERT, Saint-Geours (Landes). Helvétien³, probablement Aquitainien.

1. E. KOKEN. Ueber Fisch-Otolithen, insbesondere über diejenigen der nord-deutschen Oligocän-Ablagerungen. *Zeitsch. d. deutsch. geol. Ges.*, 1884, p. 542-545 pl. XI, fig. 2 et 4 et *loc. cit.*, 1891, *id.*, p. 93-94, pl. IV, fig. 1, 1 a, 2, 2 a, pl. V, fig. 6. Voir aussi R. SCHUBERT. *Loc. cit.*, III, p. 660-662, pl. XX, fig. 13-19, 21-26.

2. J'ai figuré, *B.S.G.F.*, (4), XI, 1911, p. 40-41, fig. 2-3 des otolithes de *O. (Gadus)* aff. *elegans*, var. *sculpta* KOKEN du Miocène du Pigeon-Blanc (Loire-Inférieure). Dans la légende de la figure 3, au lieu de *KOKE lire KOKEN*.

3. Le gisement de Saint-Geours-de-Maremm (Landes) indiqué comme helvétien, paraît devoir être placé dans l'Aquitainien.

Otolithe droit (fig. 13) presque circulaire avec rostre assez accusé; le bord dorsal forme sur la face interne légèrement bombée une sorte de crête crénelée. Le sulcus s'étend jusqu'au bord postérieur et ne se laisse pas différencier en un ostium et une cauda; le diamètre est partout le même. La face externe est presque plane avec légère saillie vers le bord ventral; il y a quelques crénelures sur le bord dorsal.

Les dimensions sont : longueur 4 mm. 5, largeur 3 mm. 5, épaisseur 1 mm. 5.

Cet otolithe rappelle beaucoup ceux de *Macrurus* BLOCH, mais en diffère par sa face externe presque plane. C'est ce qui le distingue de *O. (macrurus) Toulai* SCHUBERT du Miocène d'Autriche-Hongrie et du Pliocène d'Italie¹, où cette face externe est bombée.



FIG. 14. — *Otolithus (Macrurus) aff. præcursor* KOKEN. Otolithe droit vu sur sa face interne. Clermont, Helvétien.

Otolithus (Macrurus) aff. præcursor KOKEN, Clermont (Landes), Helvétien.

Otolithe droit dont les deux faces sont légèrement bombées (fig. 14). Le sulcus, fermé à ses extrémités, ne se laisse pas différencier en un ostium et une cauda; il est rempli d'une formation colliculaire. Le bord dorsal est saillant. Les dimensions sont : longueur 4 mm. 5, largeur 3 mm. 5, épaisseur 1 mm.

Cet otolithe se rapproche de *O. (Macrurus) præcursor* KOKEN du Pliocène d'Orciano près de Pise (Italie)², sans avoir cependant un bord dorsal aussi découpé.

III. OPHIDIIDÉS.

Otolithus (Ophidiidarum) sp. Salles (moulin Debat) (Gironde). Helvétien.

Un otolithe droit, incomplet, en forme de pépin, montre un sulcus simple qui paraît fermé aux deux bouts; il n'atteint pas le bord postérieur et ne paraît pas atteindre non plus le bord antérieur, lequel est fermé. L'aspect général est celui d'un otolithe d'Ophidiidé. Les Ophidiidés sont de petits Poissons à corps allongé et à queue pointue dont certaines espèces sont assez communes sur nos côtes de la Méditerranée.

1. R. SCHUBERT. *Loc. cit.*, II, p. 620-621, pl. xvi, fig. 34-37.

2. E. KOKEN. *Loc. cit.*, 1891, p. 96-98, fig. 6-7.

IV. PLEURONECTIDÉS.

O. (Solea) aff. guesstfalicus KOKEN, Martillac (Pas de Barrau), falun bleu, Burdigalien.

Otolithe gauche (fig. 15) de forme elliptique, face interne bombée, rostre obtus, ostium étroit suivie d'une courte cauda droite sur laquelle on voit une dépression marquée. La face externe porte un bombement inférieur. Les dimensions sont : longueur 3 mm., largeur 2 mm. 5, épaisseur 1 mm.

On doit rapporter cet otolithe aux Pleuronectidés et particulièrement à ceux des Soles (genre *Solea* CUVIER). Il se rapproche de *O. (Solea) guesstfalicus* KOKEN de l'Oligocène supérieur de Bünde (Allemagne)¹.



FIG. 15. — *Otolithus (Solea) aff. guesstfalicus* KOKEN. Otolithe gauche vu sur sa face interne. Martillac (Pas de Barrau), falun bleu, Burdigalien.



FIG. 16. — *Otolithus (Solea) aff. subglaber* SCHUBERT. Otolithe gauche vu sur sa face interne. Saint-Paul-de-Dax (moulin de Cabannes) (Landes), Burdigalien.

O. (Solea) aff. subglaber SCHUBERT : 1° Saint-Paul-de-Dax, moulin de Cabannes (Landes). Burdigalien.

Petit otolithe gauche (fig. 16), de forme ovale, à rostre assez saillant, à bord dorsal un peu crénelé. La face interne est bombée, le sulcus profond presque droit n'a pas de division nette en ostium et cauda, sauf un léger épaississement des crêtes. Il y a une dépression marquée sous le sulcus. La face externe est lisse, bombée vers la partie postérieure. Les dimensions sont : longueur 2 mm. 5, largeur 2 mm., épaisseur 1 mm. Les affinités avec *O. (Solea) subglaber*² SCHUBERT du Miocène d'Autriche (Vöslau et Kienberg). Cependant la face interne est moins bombée et la face externe plus bombée que dans le type.

2° Clermont (Landes), Helvétien.

Deux otolithes, l'un droit, l'autre gauche, dont les deux faces sont légèrement bombées. Il y a sur les bords de la face externe de faibles traces de stries rayonnantes. Le sulcus est simple, long, occupe presque tout le milieu de l'otolithe. L'otolithe gauche (fig. 17), qui est le mieux conservé et le plus grand, a pour dimensions : longueur 5 mm., largeur 4 mm., épaisseur

1. E. KOKEN. *Loc. cit.*, 1891, p. 106, pl. v, fig. 10, 10 a.

2. R. SCHUBERT. *Loc. cit.*, III, LVI, 1906, p. 672, pl. xx, fig. 19-26.

1 mm. La partie antérieure du sulcus de l'otolithe droit contient un colliculum. Ces otolithes se rapprochent aussi de *O. (Solea) subglaber*.

3° Saint-Geours (Landes). « Helvétien » probablement Aquitainien.

Otolithe droit, ovale. Face interne légèrement bombée, sulcus où l'on ne peut distinguer ostium et cauda et atteignant presque le bord postérieur ; la crête supérieure est très accusée dans sa partie antérieure. Face externe légèrement bombée. Les dimensions sont : longueur 4 mm. 5, largeur 3 mm., épaisseur 1 mm. (fig. 18).

Cet otolithe a beaucoup d'affinités avec *O. (Solea) subglaber* bien que le sulcus soit plus long que dans le type.



FIG. 17. — *Otolithus (Solea) aff. subglaber* SCHUBERT. Otolithe gauche vu sur sa face interne. Clermont, Helvétien.



FIG. 18. — *Otolithus (Solea) aff. subglaber* SCHUBERT. Otolithe droit vu sur sa face interne. Saint-Geours. Aquitainien ou Helvétien ?



FIG. 19. — *Otolithus (Rhombus?) aff. rhenanus* KOKEN. Otolithe droit vu sur sa face interne. Cestas (Gironde), Burdigalien.

De Martillac (Pas de Barrau) falun bleu, Burdigalien, provient un otolithe gauche mal conservé, à sulcus fermé, c'est-à-dire séparé du bord antérieur ; il n'y a pas de séparation nette entre ostium et cauda, pas de dépression inférieure. Je le rapproche avec doute des otolithes de Sole sous le nom de *O. (Solea?) sp.*

O. (Rhombus?) aff. rhenanus KOKEN, Cestas (Gironde), Burdigalien.

Deux otolithes droits, allongés, à rostre peu accusé, ont la face interne bombée, avec un sulcus où l'ostium est mal séparé de la cauda. La face externe plate dans le plus petit, porte un bombement postérieur dans le plus grand. Celui-ci figuré (fig. 19) a pour dimensions : longueur 4 mm. 5, largeur 2 mm. 5, épaisseur maximum 1 mm.

Ces otolithes ont des affinités avec ceux de l'Oligocène moyen d'Allemagne et du Miocène de Vöslau (Autriche) rapportés avec doute aux Turbots (genre *Rhombus* KLEIN) par KOKEN et SCHUBERT sous le nom de *O. (Rhombus?) rhenanus*¹.

1. E. KOKEN. *Loc. cit.*, 1891, p. 107, pl. v, fig. 11. — R. SCHUBERT. *Loc. cit.*, III, p. 675, pl. xx, fig. 15.

O. (Pleuronectidarum) concavus n. sp. Léognan (moulin Daney), Burdigalien.

Quatre otolithes gauches et deux droits ont une forme ovale, un rostre peu marqué. La face interne est peu bombée; au-dessus du sulcus il y a une dépression marquée, il y en a une moins marquée au-dessous. L'ostium est rempli d'une formation colliculaire; la cauda est droite. La face externe est concave avec quelques irrégularités. Les dimensions d'un otolithe gauche figuré (fig. 20) sont : longueur 5 mm. 5, largeur 3 mm. 5, épaisseur 1 mm.

Je considère ces otolithes comme appartenant à une espèce nouvelle de Pleuronectidés que j'appelle *O. (Pleuronectidarum) concavus* à cause de la concavité de la face externe.

O. (Pleuronectidarum) aff. *acuminatus* KOKEN, Clermont (Landes), Helvétien.



FIG. 20. — *Otolithus (Pleuronectidarum) concavus* n. sp. Otolithe gauche vu sur ses deux faces. Léognan (moulin Daney), Burdigalien,

FIG. 21. — *Otolithus (Pleuronectidarum)* aff. *acuminatus* KOKEN. Otolithe droit vu sur sa face interne. Clermont, Helvétien.

Otolithe droit (fig. 21), long, à rostre marqué. La face interne légèrement bombée porte un sulcus simple sans division, aminci à ses deux extrémités, allant aboutir au bord antérieur et n'atteignant pas le bord postérieur. Il est rempli d'une formation colliculaire. La face externe est presque plane avec un léger bombement sur le bord ventral. Les dimensions sont.: longueur 6 mm. 5, largeur 3 mm. 5, épaisseur 1 mm. 5 (maximum).

C'est un otolithé de Pleuronectidé qui a des rapports avec *O. (Pleuronectidarum) acuminatus* KOKEN de l'Oligocène moyen d'Allemagne¹.

PERCESOCES. — SPHYRÆNIDÉS.

Otolithus (Sphyræna) aff. *Hansfuchsi* SCHUBERT: Salles (moulin Debat), Helvétien.

Otolithe gauche (fig. 22), allongé, à rostre très saillant, ayant pour dimensions : longueur 10 mm. 5, largeur 4 mm. 4, épaisseur 1 mm. 5. Il est légèrement bombé sur sa face interne; la face

1. E. KOKEN. *Loc. cit.*, 1891, p. 107, pl. v, fig. 12.

externe est concave avec un bombement vers le bord ventral. L'ostium est étroit, long et se continue par une cauda se recourbant très légèrement à son extrémité postérieure mais n'atteignant pas le bord postérieur.

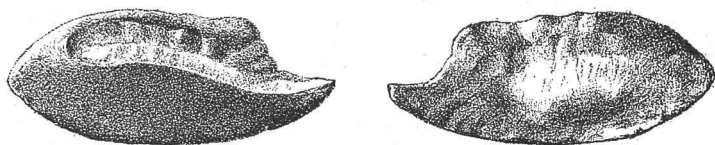


FIG. 22. — *Otolithus (Sphyræna) aff. Hansfuchsi* SCHUBERT. Otolithe gauche, vu sur ses deux faces. Salles (moulin Debat) (Gironde), Helvétien.

Cet otolithe se rapproche beaucoup de celui des Sphyrænidés, Poissons carnassiers dont on trouve sur nos côtes une espèce du genre *Sphyræna* KLEIN : le *Sphyræna spet* LACÉPÈDE ou Brochet de mer. Je rapproche l'otolithe de Salles de *O. (Sphyræna) Hansfuchsi* SCHUBERT du Miocène de Vöslau (Autriche)¹.

Un otolithe droit, de même provenance, à partie antérieure brisée, paraît être de la même espèce.

ACANTHOPTÉRYGIENS. — I. PERCIDÉS (sens large).

Otolithus (Percidarum) aff. moguntinus KOKEN.

On a signalé plus haut dans l'Aquitanien du Sud-Ouest un otolithe voisin de l'espèce du Miocène inférieur d'Allemagne². Des otolithes analogues se trouvent dans le Burdigalien et l'Helvétien de l'Aquitaine.



FIG. 23. — *Otolithus (Percidarum) aff. moguntinus* KOKEN ou (*O. Serranus*) *Noetlingi* KOKEN³. Otolithe droit vu sur ses deux faces. Léognan (Coquillat), Burdigalien.

BURDIGALIEN. — 1° Léognan (Coquillat). — Deux otolithes gauches et cinq droits, très concaves sur la face externe; cauda d'abord droite se recourbant ensuite vers le bord inférieur, le

1. R. SCHUBERT. *Loc. cit.*, III, p. 650, pl. xxviii, fig. 40-42.

2. E. KOKEN. *Loc. cit.*, II, 1891, p. 128, fig. 17. L'espèce se trouve aussi dans le Miocène saumâtre d'Eibenschitz (Moravie, Autriche). Voir R. SCHUBERT, *loc. cit.*, III, p. 628, pl. xix, fig. 42.

3. Il y a doute sur la place de ces otolithes, qui par leur ornementation rappellent *O. (Serranus) Noetlingi* KOKEN.

rostré est saillant mais émoussé, la face externe concave est ornée sur les bords de stries rayonnantes. Un otolithe droit est représenté (fig. 23). Il a pour dimensions : longueur 8 mm., largeur 4 mm. 5, épaisseur 1 mm. 5.

2° Léognan (La Sangsueyre). — Un otolithe droit dont le bord dorsal est incomplet.

3° Gieux (Saucats), (Gironde). Un otolithe droit et un gauche, rostre peu développé, cauda presque droite courbe à son extrémité postérieure, la face externe concave porte un bombement sur le bord ventral.

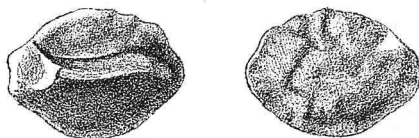


FIG. 24. — *Otolithus (Percidarum)* aff. *moguntinus* KOKEN. Otolithe droit vu sur ses deux faces. Gieux (Saucats) (Gironde), Burdigalien.

Le plus grand (droit) ici représenté (fig. 24) porte quelques irrégularités sur le bord dorsal externe et interne. Ses dimensions sont ; longueur 6 mm., largeur 4 mm., épaisseur 1 mm. 5.

HELVÉTIEN. — 1° Salles (moulin Debat). Un otolithe droit dont la partie antérieure est incomplète.

2° Clermont (Landes). Un otolithe droit un peu moins allongé que le type. Sa face externe est bombée sur le bord ventral (fig. 25). Ses dimensions sont : longueur 6 mm. 5, largeur 4 mm. 5, épaisseur 1 mm. 5.



FIG. 25. — *Otolithus (Percidarum)* aff. *moguntinus* KOKEN. Otolithe droit vu sur ses deux faces, Clermont (Landes), Helvétien.

FIG. 26. — *Otolithus (Percidarum)* aff. *moguntinus* KOKEN. Otolithe droit vu sur sa face interne. Orthez (le Houssé), (Basses-Pyrénées), Helvétien.

3° Orthez (le Houssé) (Basses-Pyrénées). Un otolithe droit et trois gauches à rostre peu saillant, la cauda est légèrement courbe à son extrémité ; dans un otolithe gauche la courbure est à peine marquée. La face externe est légèrement bombée avec une faible concavité vers le rostre. L'otolithe droit est représenté (fig. 26).

Il a pour dimensions : longueur : 6 mm., largeur 4 mm., épaisseur 1 mm.

4° Salies de Béarn, (Basses-Pyrénées). Deux otolithes droits, cauda faiblement recourbée à l'extrémité postérieure, face externe légèrement concave. L'un de ces otolithes figurés a pour dimensions : longueur 5 mm., largeur 3 mm. 5, épaisseur 1 mm. (fig. 27).

Otolithus (Percidarum) æqualis KOKEN, var. *burdigalensis* PRIEM.

Cette espèce déjà signalée dans l'Aquitanien est abondante dans le Burdigalien et l'Helvétien du Sud-Ouest.

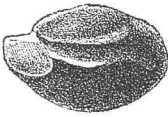


FIG. 27. — *Otolithus (Percidarum)* aff. *mogunlinus* KOKEN. Otolithe droit vu sur sa face interne, Salies-de-Béarn (Basses-Pyrénées), Helvétien.

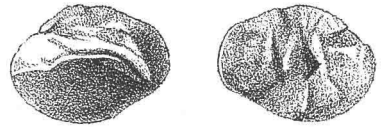


FIG. 28. — *Otolithus (Percidarum)* *æqualis* KOKEN, var. *burdigalensis* PRIEM. Otolithe droit vu sur ses deux faces, Léognan (moulin Daney), Burdigalien.

BURDIGALIEN. — 1° Léognan (moulin Daney). Six otolithes droits et deux gauches. Face interne convexe, face externe concave avec des stries rayonnantes irrégulières sur les bords. La cauda fait suite à un large ostium, elle se recourbe fortement vers le bord ventral. Un otolithe droit est ici représenté (fig. 28). Il a pour dimensions : longueur 5 mm. 5, largeur 4 mm., épaisseur 1 mm.

2° Cestas (Gironde). Huit otolithes gauches et sept droits.

3° Cestas (Fourq). Un otolithe droit mal conservé, corrodé. Le rostre est assez marqué, le sulcus se rapproche du bord dorsal, l'ostium est court et la cauda se recourbe et se prolonge presque jusqu'au bord ventral. Les dimensions sont : longueur 7 mm. 5, largeur 5 mm. 5, épaisseur 1 mm. (fig. 29).

4° Saucats (Pont-Pourquey). — Trois otolithes droits et un gauche.

5° Saucats (Eglise) ?. Deux otolithes droits et deux gauches.

6° Saint-Médard-en-Jalle. Deux otolithes gauches.

7° Saint-Paul-de-Dax (moulin de Cabannes) (Landes). Un otolithe droit et deux gauches.

8° Dax (Mandillot) (Landes). Un otolithe droit et un gauche.

HELVÉTIEN. — 1° Salles (Minoy). Deux otolithes, ovales.

L'un, droit, est représenté (fig. 30) ; il a pour dimensions : longueur 8 mm., largeur 5 mm. 5, épaisseur 1 mm. 5.

L'autre, gauche, est un peu plus grand mais la partie antérieure est brisée.

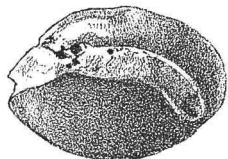


FIG. 29. — *Otolithus* (*Percidarum*) *æqualis* KOKEN, var. *burdigalensis* PRIEM. Otolithe droit vu sur sa face interne, Cestas (Fourq) Burdigalien.

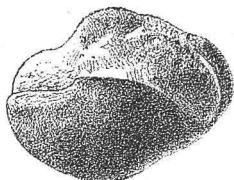
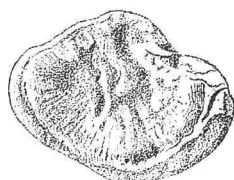


FIG. 30. — *Otolithus* (*Percidarum*) *æqualis* KOKEN, var. *burdigalensis* PRIEM. Otolithe droit, vu sur ses deux faces, Salles (Minoy), Helvétien.



La face interne est bombée, le rostre et l'excisura sont marqués, le sulcus est rapproché du bord dorsal qui est saillant. L'ostium court se continue par une large cauda qui se recourbe fortement et atteint le bord inférieur. La face externe est légèrement concave, son bord ventral porte un sillon.

2° Clermont (Landes). Un otolithé droit (fig. 31) ayant pour dimensions : longueur 5 mm., largeur 5 mm. 5, épaisseur 2 mm. La face externe est concave. La cauda se recourbe fortement et atteint presque le bord ventral.

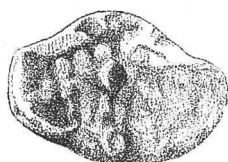
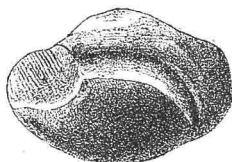


FIG. 31. — *Otolithus* (*Percidarum*) *æqualis* KOKEN, var. *burdigalensis* PRIEM. Otolithe droit vu sur ses deux faces. Clermont, Helvétien.

3° Orthez (le Houssé) (Basses-Pyrénées). Deux otolithes droits, trois gauches.
4° Salies de Béarn (Basses-Pyrénées). Quatre otolithes gauches.
Otolithus (*Serranus*) *Noetlingi* KOKEN.

Des otolithes très voisins de l'espèce de Koken ont été signalés plus haut comme provenant de l'Aquitanién du Sud-Ouest. L'espèce est commune dans l'Oligocène supérieur d'Allemagne ; elle se trouve aussi dans le Miocène de Vöslau (Autriche)¹.

Des otolithes nombreux, de cette espèce proviennent du Burdigalien du Sud-Ouest.

1. E. KOKEN. *Loc. cit.*, II, 1891, p. 124-125, pl. VIII, fig. 1, 1a. — R. SCHUBERT. *Loc. cit.*, III, p. 625, pl. XVIII, fig. 1-4.

1° Léognan (Coquillat). Treize otolithes gauches et quinze droits. La taille est variable, la forme est ovale. Sur la face interne bombée le sulcus offre une longue cauda qui se recourbe à l'extrémité postérieure. Le bord dorsal de cette face est plus ou moins crénelé. La face externe concave porte aussi sur le bord dorsal des crénelures plus ou moins marquées. Le rostre est saillant généralement.

Un gauche, particulièrement orné (fig. 32) a pour dimensions : longueur 6 mm. ; largeur, un peu plus de 3 mm. 5, épaisseur 1 mm.



FIG. 32. — *Otolithus (Serranus) Noetlingi* KOKEN. Otolithe gauche vu sur ses deux faces. Léognan (Coquillat), Burdigalien.

FIG. 33. — *Otolithus (Serranus) Noetlingi* KOKEN. Otolithe droit vu sur ses deux faces. Léognan (Coquillat), Burdigalien.

Un otolithe droit, plus petit, à rostre moins saillant (fig. 33) a pour dimensions : longueur 4 mm. 5, largeur 2 mm. 5, épaisseur 1 mm.

2° Léognan (moulin Daney). Vingt-trois otolithes gauches et dix-neuf droits ; deux otolithes droits sont particulièrement remarquables. Ils sont elliptiques, pointus aux deux bouts. Sur la face interne bombée, l'ostium étroit est suivi d'une longue cauda qui se recourbe seulement vers l'extrémité postérieure. La face externe concave porte des stries sur le bord ventral. L'un de ces otolithes, figuré (fig. 34) a pour dimensions : longueur 4 mm., largeur 2 mm. 5, épaisseur 1 mm.



FIG. 34. — *Otolithus (Serranus) Noetlingi* KOKEN. Otolithe droit vu sur sa face interne. Léognan (Moulin Daney), Burdigalien.

FIG. 35. — *Otolithus (Serranus) Noetlingi* KOKEN. Otolithe droit vu sur sa face interne. Cestas, Burdigalien.

3° Léognan (la Sangsueyre). Cinq otolithes gauches et dix-huit droits.

4° Cestas. Sept otolithes gauches, dix-huit droits. Forme

allongée, bord postérieur pointu, rostre moins long que dans le type. Un otolithe droit figuré (fig. 35) un des plus grands et des mieux conservés, a pour dimensions : longueur 6 mm. 5, largeur 4 mm. 5, épaisseur 1 mm.

5° Martillac (Pas de Barrau), falun jaune. Dix-sept otolithes gauches, vingt droits.

6° Martillac (Pas de Barrau), falun bleu. Quatorze otolithes gauches, dix droits. Un otolithe droit figuré (fig. 36) a pour dimensions : longueur 4 mm. 5, largeur, 3 mm., épaisseur 1 mm.

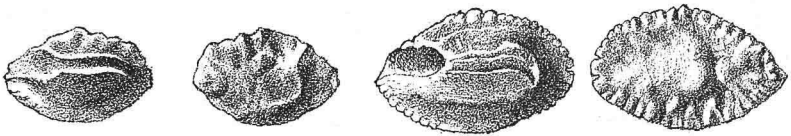


FIG. 36. — *Otolithus (Serranus) Noetlingi* KOKEN. Otolithe droit vu sur ses deux faces. Martillac (Pas de Barrau), falun bleu, Burdigalien

FIG. 37. — *Otolithus (Serranus) Noetlingi* KOKEN. Otolithe droit vu sur ses deux faces. Saucats (Église)?, Burdigalien.

7° Saucats (Pont-Pourquey). Deux otolithes droits et deux gauches.

8° Saucats (Église)?. Sept otolithes gauches, dix droits, rostre moins accusé que dans le type. Un otolithe droit est représenté (fig. 37) ayant pour dimensions : longueur 6 mm. 5, largeur 3 mm. 5, épaisseur 1 mm. 5.

9° Moulin de Lagus (Saucats). Huit otolithes gauches et douze droits. Le bord dorsal sur la face interne est orné faiblement ; les stries rayonnantes de la face externe sont moins accusées que dans le type.

10° Gieux (Saucats). Quatre otolithes gauches, un droit, le rostre est moins long que dans le type.

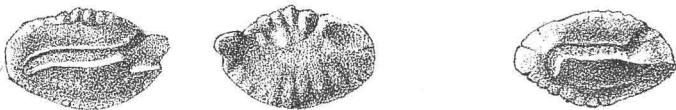


FIG. 38. — *Otolithus (Serranus) Noetlingi* KOKEN. Otolithe gauche vu sur ses deux faces. Saint-Médard-en-Jalle ? (Gironde), Burdigalien.

FIG. 39. — *Otolithus (Serranus) Noetlingi* KOKEN. Otolithe gauche vu sur sa face interne. Saint-Paul-de-Dax (moulin de Cabannes), Burdigalien.

11° Saint-Médard-en-Jalle. Deux otolithes gauches et un droit. Le rostre est assez saillant ; les bords de la face interne sont crénelés, la face externe presque plane avec concavité au rostre est

pourvue de rides rayonnantes. Un otolithe gauche est ici représenté (fig. 38). Il a pour dimensions : longueur 5 mm., largeur 3 mm. 5, épaisseur 1 mm.

12° Saint-Paul de Dax (moulin de Cabannes). Trois otolithes droits et trois gauches. Un otolithe gauche est représenté (fig. 39); il a pour dimensions : longueur 5 mm., largeur 3 mm. 5, épaisseur 1 mm.

13° Dax (Mandillot). Un otolithe droit et un gauche en mauvais état.

L'espèce est rare dans l'Helvétien. Je n'en puis citer que quelques exemplaires : trois otolithes droits et un gauche provenant de l'Helvétien de Clermont (Landes). Un des otolithes droits est ici figuré (fig. 40). Il a pour dimensions : longueur 4 mm., largeur 2 mm. 5, épaisseur 0 mm. 5.

Otolithus (Labrax) lucidus BOSSOLI.

Cette espèce, du Monte Gibbio, Miocène moyen du Modénais (Italie) a été signalée plus haut dans l'Aquitaniens du Sud-Ouest. Elle se trouve aussi dans le Burdigalien.



FIG. 40. — *Otolithus (Serranus) Noettingi* KOKEN. Otolithe droit vu sur ses deux faces. Clermont, Helvétien.



FIG. 41. — *Otolithus (Labrax) lucidus* BOSSOLI. Otolithe droit vu sur sa face interne. Martillac (Pas de Barreau), falun bleu.

1° Martillac (Pas de Barreau), falun bleu. Quatre otolithes droits à rostre obtus, face interne bombée avec ostium court et large, cauda d'abord droite, puis se recourbant brusquement et atteignant presque le bord inférieur. Face externe concave avec des rides plus ou moins accusées sur les bords. La forme de la cauda rappelle l'espèce de *Bassoli*¹.

L'otolithe représenté a pour dimensions : longueur 5 mm. 5, largeur 3 mm. 5, épaisseur 1 mm. (fig. 41).

2° Martillac (Pas de Barreau), falun jaune. Sept otolithes gauches, onze droits.

Otolithus (Dentex) aff. nobilis? KOKEN.

Le genre *Dentex* CUVIER, représenté sur nos côtes de la Méditerranée, fait passage des Percidés (Serranidés) aux Sparidés. Il

1. G. G. BASSOLI. *Loc. cit.*, p. 19, pl. II, fig. 28.

a apparu dès l'Éocène et a laissé des otolithes dans les terrains tertiaires supérieurs.

Saint-Paul-de-Dax (moulin de Cabannes) Burdigalien.

Un otolithe gauche (fig. 42), mal conservé porte sur sa face interne bombée un ostium assez long, suivi d'une courte cauda peu recourbée à son extrémité postérieure. Le bord dorsal est crénelé. La face externe est légèrement bombée avec des rides et des tubercules nombreux.

La longueur est de 4 mm. 5, la largeur de 2 mm. 5 et l'épaisseur de 1 mm.

Cet otolithe paraît avoir des affinités avec *O. (Dentex) nobilis* KOKEN de l'Oligocène supérieur de Steinberg et de Cassel (Allemagne)¹. La cauda est cependant moins recourbée que dans le type.



FIG. 42. — *Otolithus (Dentex) aff. nobilis?* KOKEN. Otolithe gauche vu sur les deux faces. Saint-Paul-de-Dax (moulin de Cabannes), Burdigalien.

FIG. 43. — *Otolithus (Dentex) aff. subnobilis*. SCHUBERT. Otolithe droit vu sur sa face interne. Martillac (Pas de Barrau), falun bleu, Burdigalien.

Otolithus (Dentex?) aff. subnobilis SCHUBERT.

1° Martillac (Pas de Barrau) falun bleu, Burdigalien.

Deux otolithes droits dont l'un, représenté (fig. 43) a pour dimensions : longueur 4 mm. 5, largeur 3 mm., épaisseur 1 mm. La forme est ovale, la face interne convexe, le rostre obtus ; l'ostium est petit, la cauda longue, recourbée légèrement à son extrémité atteint le bord postérieur. La face externe peu ornée est légèrement concave.

Les rapports sont avec *O. (dentex) subnobilis* du Miocène et du Pliocène d'Autriche².

2° Léognan (la Sangsueyre), Burdigalien. Un otolithe droit et un gauche. Même espèce.

3° Léognan (moulin-Daney), Burdigalien. Six otolithes gauches et cinq droits. Le rostre est saillant, la face interne légèrement bombée, l'ostium court, la cauda longue, étroite, à peine courbe à son extrémité postérieure, qui n'atteint pas le bord postérieur. Il y a quelques crénelures sur le bord dorsal. La face externe

1. E. KOKEN. *Loc. cit.*, II, 1891, p. 124, pl. VIII, fig. 8, 8a.

2. R. SCHUBERT. *Loc. cit.*, III, p. 627, pl. XXIII, fig. 10-12.

est concave avec quelques irrégularités sur le bord dorsal. Un otolithe droit, ici représenté, a pour dimensions : longueur 4 mm., largeur 3 mm., épaisseur 1 mm. (fig. 44).

II. SPARIDÉS.

Les Sparidés, Poissons littoraux broyeurs de coquilles sont abondants sur nos côtes, ex. : le genre *Pagellus* CUVIER et VALENCIENNES, le genre *Chrysophrys* CUVIER ou Daurade, etc. Ils ont laissé de nombreux débris dans les terrains tertiaires et notamment des otolithes. Ceux-ci, communs dans les couches du Sud-Ouest, doivent être rapportés presque tous à une même espèce.

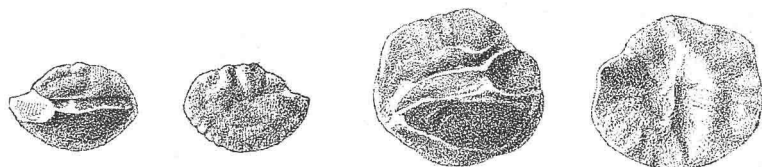


FIG. 44. — *Otolithus (Dentex) aff. subnobilis* SCHUBERT. Otolithe droit vu sur ses deux faces. Léognan (moulin Daney), Burdigalien.

FIG. 45. — *Otolithus (Sparidarum) gregarius* KOKEN. Otolithe gauche vu sur ses deux faces. Léognan (moulin Daney), Burdigalien.

Otolithus (Sparidarum) gregarius KOKEN¹.

1° Léognan (moulin Daney), Burdigalien.

Un otolithe gauche, presque circulaire, montre une face interne peu bombée avec un rostre saillant et obtus. Le sulcus est rempli de formations colliculaires ; l'ostium est large, la cauda courte est légèrement courbe à son extrémité postérieure et atteint le bord postérieur. La face externe est concave avec quelques irrégularités sur les bords. Les dimensions sont : longueur 6 mm., hauteur (largeur) 5 mm., épaisseur 1 mm. 5 (fig. 45).

Je rapporte cet otolithe à l'espèce de KOKEN, *O. (Sparidarum) gregarius*, très répandu dans l'Oligocène supérieur d'Allemagne, le Miocène d'Autriche, le Miocène et le Pliocène d'Italie.

2° Léognan (moulin Daney), Burdigalien. Quatre otolithes gauches et neuf droits de la même espèce.

3° Léognan (Coquillat), Burdigalien.

Cinq otolithes droits et sept gauches de diverses tailles. Même espèce.

1. E. KOKEN. *Loc. cit.*, 1891, p. 128-139, fig. 18-20 et pl. VII, fig. 7, 7a, 8, 8a. — R. SCHUBERT. *Loc. cit.*, III, p. 630-631, pl. XVIII, fig. 23-29, 36 ? — G. G. BASSOLI. *loc. cit.*, p. 52, pl. II, fig. 35, l'appelle *O. (Pagellus) gregarius*.

4° Léognan (la Sangsueyre), Burdigalien.

Dix otolithes gauches et cinq droits de la même espèce. Un otolithe gauche est figuré (fig. 46) ayant pour dimensions : longueur 4 mm. 5, hauteur (largeur) 4 mm. 5, épaisseur 1 mm.



FIG. 46. — *Otolithus (Sparidarum) gregarius* KOKEN. Otolithe gauche vu sur ses deux faces. Léognan (la Sangsueyre), Burdigalien.



FIG. 47. — *Otolithus (Sparidarum) gregarius* KOKEN. Otolithe gauche vu sur sa face interne. Cestas, Burdigalien.

5° Cestas, Burdigalien.

Un otolithe gauche et un droit. Celui-ci qui est le plus petit, montre des ornements rayonnants sur les bords de la face externe. Ils manquent sur le grand. Ce dernier a pour dimensions : longueur 5 mm., hauteur (largeur) 4 mm. 5, épaisseur 1 mm. 5. Même espèce.

6° Martillac (Pas de Barrau), falun jaune. Burdigalien.

Trois otolithes gauches et deux droits. Même espèce.

7° Martillac (Pas de Barrau), falun bleu. Burdigalien.

Un otolithe gauche bien conservé (fig. 48) ayant pour dimensions : longueur 5 mm., hauteur 4 mm. 5, épaisseur 1 mm. 5 ; deux droits moins bien conservés. Même espèce.

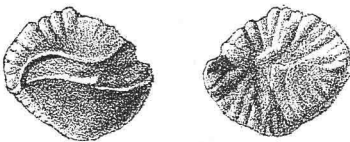


FIG. 48. — *Otolithus (Sparidarum) gregarius* KOKEN. Otolithe gauche vu sur ses deux faces. Martillac (Pas de Barrau), falun bleu. Burdigalien.



FIG. 49. — *Otolithus (Sparidarum) gregarius* KOKEN. Otolithe droit vu sur sa face interne. Canéjan (Gironde), Burdigalien.

8° Canéjan (Gironde). Burdigalien ; Un otolithe droit. Même espèce. Dimensions : longueur 5 mm., hauteur (largeur) 4 mm. 5, épaisseur 1 mm. 5 (fig. 49).

9° Moulin de Lagus (Saucats). Burdigalien.

Quatre otolithes gauches de tailles diverses. On voit sur les petits exemplaires le bord dorsal plus découpé que sur les grands et les stries rayonnantes des bords de la face externe sont très avancées sur les petits exemplaires qui sont les formes jeunes. Même espèce.

10° Gieux (Saucats).-Burdigalien.

Trois otolithes gauches et deux droits de la même espèce. La face externe concave porte sur les mêmes bords de fortes stries rayonnantes et le bord dorsal de la face interne est plus ou moins crénelé. Le plus grand (droit) est ici figuré (fig. 50). Il a pour dimensions : longueur 5 mm. 5, hauteur (largeur) 5 mm., épaisseur 1 mm. 5.

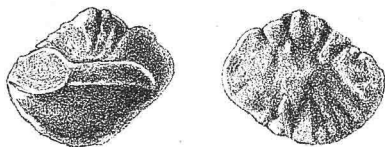


FIG. 50. — *Otolithus (Sparidarum) gregarius* KOKEN. Otolithe droit vu sur ses deux faces. Gieux (Saucats), Burdigalien.

Saint-Paul-de-Dax (moulin de Cabannes). Burdigalien.

Un otolithe gauche ayant pour dimensions : longueur 7 mm. 5, hauteur (largeur) 6 mm., épaisseur 1 mm. 5; le bord dorsal est découpé, la face externe présente des rides (fig. 51).

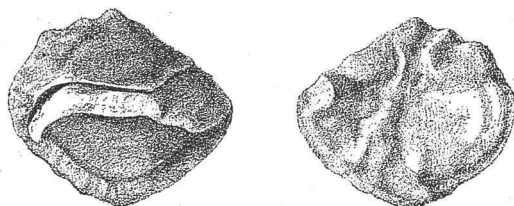


FIG. 51. — *Otolithus (Sparidarum) gregarius* KOKEN. Otolithe gauche vu sur ses deux faces. Saint-Paul-de-Dax (moulin de Cabannes), Burdigalien.

Même espèce. Un otolithe droit à face externe légèrement bombée sur le bord ventral. Probablement de la même espèce.

12° Salles (moulin Debat). Helvétien.

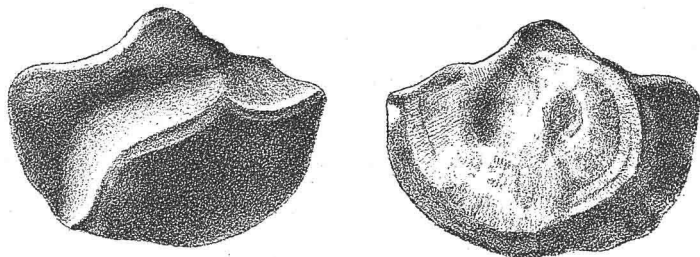


FIG. 52. — *Otolithus (Sparidarum) gregarius* KOKEN. Otolithe gauche vu sur ses deux faces. Salles (moulin Debat), Helvétien.

Deux otolithes gauches et un droit de la même espèce. Le bord dorsal est saillant; dans l'otolithe gauche représenté (fig. 52), il

porte deux pointes, dans les deux autres, une seule saillie. La face externe est bombée dans sa partie ventrale. L'otolithe représenté a pour dimensions : longueur 10 mm., hauteur (largeur) maximum 8 mm., épaisseur maximum 2 mm. ♂. On ne voit pas d'ornements sur la face externe.

III. *SCIÆNIDÉS.*

Les *Sciænidés* sont des Poissons représentés sur nos côtes par le genre *Sciæna* (ARTEDI) LINNÉ comme le Maigre commun (*S. aquila* LACÉPÈDE, sp.). Ils ont laissé dans les terrains tertiaires supérieurs de nombreux otolithes et notamment dans les terrains tertiaires supérieurs du Sud-Ouest de la France.

Otolithus (Sciænidarum) Corii SCHUBERT.

1° Cestas. Burdigalien.

Deux otolithes droits et deux gauches. Forme ovale, avec le bord postérieur moins courbe que le bord antérieur. La face interne légèrement bombée porte le sulcus caractéristique des *Sciænidés* : ce sulcus qui occupe presque toute la surface interne se compose d'un large ostium auquel succède une cauda étroite, profonde. Elle part de l'ostium presque à angle droit et se recourbe ensuite ; elle suit les bords supérieur et postérieur, laissant un très faible espace (area) entre elle et le bord supérieur et elle atteint presque le bord inférieur. La face externe porte vers le bord postérieur une saillie irrégulière.

Un otolithe gauche est ici figuré (fig. 53) ; il a pour dimen-

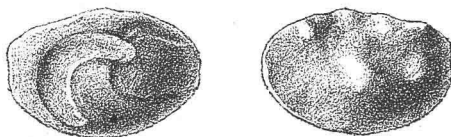


FIG. 53. — *Otolithus (Sciænidarum) Corii* SCHUBERT. Otolithe gauche vu sur ses deux faces. Cestas, Burdigalien.

sions : longueur 5 mm. ♂, largeur 4 mm., épaisseur minimum 1 mm. ♂, épaisseur maximum 2 mm.

Je rapporte ces otolithes à une espèce du Miocène de Kienberg (Autriche) : *O. (Sciænidarum) Corii* SCHUBERT.

2° Léognan (Coquillat), Burdigalien.

Un otolithe droit dont la saillie externe peu développée est formée de quelques tubercules soudés.

3° Martillac (Pas de Barrau), falun bleu, Burdigalien.

Un otolithe gauche ; la saillie externe est très peu accusée.

4° Gieux (Saucats), Burdigalien.

Un otolithe gauche dont la saillie externe est formée d'un assez grand nombre de tubercules soudés.

5° Saucats (église)? Burdigalien.

Otolithe droit, saillie externe avec quelques tubercules.

6° Saucats (Pont-Pourquey), Burdigalien.

Deux otolithes gauches et deux droits. Même espèce.

7° Dax (Mandillot) (Landes). Burdigalien.

Un grand otolithe gauche et un droit plus petit.

8° Orthez (le Houssé) (Basses-Pyrénées), Helvétien.

Trois otolithes droits, un grand et deux petits ; à saillie externe peu développée relativement. Le grand est figuré (fig. 54). Ses

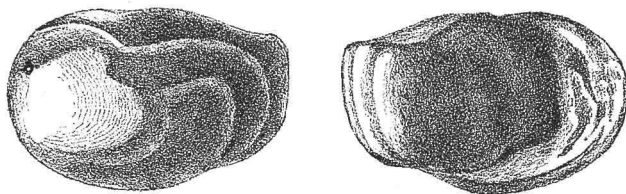


FIG. 54. — *Otolithus (Sciænidarum) Corii* SCHUBERT. Otolithe droit vu sur ses deux faces. Orthez (le Houssé), Helvétien.

dimensions sont : longueur 9 mm., largeur 6 mm., épaisseur minimum 1 mm. 5, épaisseur maximum 3 mm.

9° Salies-de-Béarn (Basses-Pyrénées), Helvétien.

Cinq otolithes gauches et deux droits à saillie externe relativement faible. Même espèce.

Otolithus (Sciænidarum) Corii SCHUBERT¹, var. *Cossmanni* PRIEM.

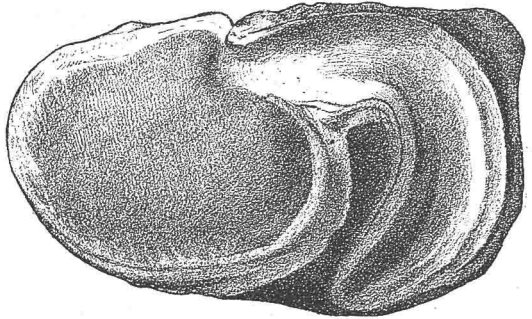
J'ai rapporté des otolithes de l'Helvétien de Sallespisse (Basses-Pyrénées) à la même espèce *O. (Sciænidarum) Corii*, mais à une nouvelle variété *Cossmanni*². Elle est caractérisée par une saillie externe beaucoup plus prononcée que dans le type.

1° De Clermont (Landes), Helvétien, proviennent deux otolithes de cette variété. Ce sont des otolithes droits. Le mieux

1. R. SCHUBERT. *Loc. cit.*, I, Die Sciaeniden. *Jahrb. derk. k. geol. Reichsanstalt*, 1901, LI, p. 308, pl. x, fig. 20 a, 20 b, 20 c.

2. F. PRIEM. *B.S.G.F.* (4), XI, 1911, p. 42-43, fig. 5-6. Pour l'otolithe de Sallespisse de la fig. 6, à la page 43, lignes 2 et 3, au lieu de épaisseur minimum 7 mm. lire épaisseur minimum 2 mm. A la page 42, ligne 13, au lieu de *Otolithus (Sciænidarum) Corii* etc., lire *Otolithus* etc. A la page 39 et fig. 1, page 40, au lieu de *Otolithus (Sciæna)* aff. *ovatus* KOKEN, var. *Grossouvrei* n. v. lire : *Otolithus (Sciæna) ovatus* KOKEN var. *Grossouvrei* n. v.

conservé (fig. 55) porte sur sa face interne légèrement bombée un sulcus à ostium large rempli de formations colliculaires, une cauda profonde, dont la courbure atteint le bord inférieur. La face externe, concave, a une très forte saillie irrégulière. Les dimensions sont : longueur 17 mm., largeur 10 mm., épaisseur maximum 2 mm., épaisseur maximum 7 mm. 5.



2° Salies-de-Béarn, Helvétien.

Six otolithes gauches et un droit appartiennent à la même variété.

3° Salles (Minney), Helvétien. Deux otolithes droits longs, le premier de 7 mm. 5, le second de presque 9 mm.

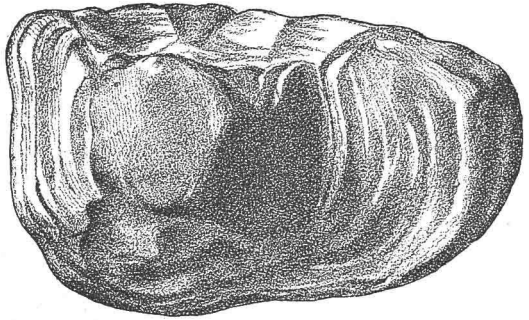


FIG. 55. — *Otolithus (Sciænidarum) Corii* SCHUBERT, var. *Cossmanni* PRIEM. Otolithe droit vu sur ses deux faces. Clermont. Helvétien.

Otolithus (Sciænidarum) pyrenaicus PRIEM.

J'ai donné ce nom à un otolithe de Sallespisse (Basses-Pyrénées) dont le sulcus laisse au-dessus de lui une petite area et dont la face externe porte de nombreuses granulations qui la rendent très ridée¹.

J'ai retrouvé cette espèce dans les otolithes de la collection Degrange-Touzin.

1° Cestas, Burdigalien. Quatre otolithes droits et un gauche. Un otolithe gauche ici figuré (fig. 56) a pour dimensions : longueur 5 mm., largeur 3 mm. 5, épaisseur minimum 0 mm. 5, épaisseur maximum 1 mm.

2° Léognan (moulin Daney), Burdigalien. Un otolithe droit et un otolithe gauche.

1. F. PRIEM. *Id.*, p. 43-44, fig. 7.

3° Saint-Paul-de-Dax (moulin de Cabannes), Burdigalien. Deux otolithes droits et deux gauches.

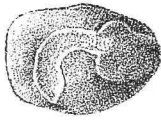


FIG. 56. — *Otolithus (Sciænidarum) pyrenaicus* PRIEM. Otolithe gauche

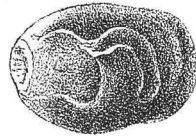


FIG. 57. — *Otolithus (Sciænidarum) pyrenaicus* PRIEM. Otolithe droit vu sur ses deux faces. Clermont. Helvétien.

4° Clermont (Landes), Helvétien. Un otolithe droit ayant pour dimensions : longueur 6 mm. 5, largeur 4 mm., épaisseur 0 mm. 5, épaisseur maximum 2 mm. La face externe est ornée de granulations. La cauda n'atteint pas absolument le bord ventral (fig. 57).

5° Salies de Béarn, Helvétien. Sept otolithes droits et quatre gauches. Un petit otolithe droit à nombreux ornements est ici figuré. Il a pour dimensions : longueur 5 mm, largeur 3 mm. 5, épaisseur minimum 1 mm. 5, épaisseur maximum 2 mm. (fig. 58).

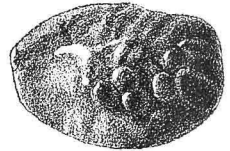
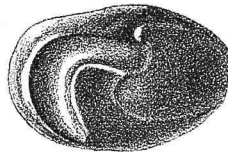
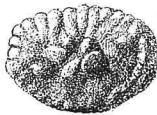
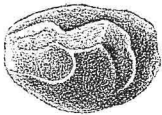


FIG. 58. — *Otolithus (Sciænidarum) pyrenaicus* PRIEM. Otolithe droit vu sur ses deux faces. Salies-de-Béarn (Basses-Pyrénées), Helvétien.

FIG. 59. — *Otolithus (Sciænidarum) pyrenaicus* PRIEM. Otolithe gauche vu sur ses deux faces. Salies-de-Béarn. Helvétien.

Un otolithe gauche est aussi figuré (fig. 59), ses granulations sont très accusées. Il a pour dimensions : longueur 7 mm., largeur 4 mm. 5, épaisseur minimum, 2 mm., épaisseur maximum 2 mm. 5.

6° Orthez (le Houssé), Helvétien. Un otolithe droit et un otolithe gauche. La cauda n'atteint pas absolument le bord ventral.

Otolithus (Sciænidarum) aff. gemmoides SCHUBERT.

1° Salles (Minoy), Helvétien.

Deux otolithes droits, larges par rapport à la longueur, le bord dorsal est anguleux à sa partie supérieure. La face interne est légèrement bombée ; le sulcus laisse entre lui et le bord dorsal un très faible espace (area) ; la cauda d'abord perpendiculaire au large ostium se recourbe en atteignant le bord ventral. La

face externe, avec une saillie assez accusée en arrière, présente des ornements irréguliers, tubercules et rides.

Je figure le mieux conservé (fig. 60) ayant comme dimensions : longueur 7 mm. 5, largeur 6 mm., épaisseur minimum 1 mm., épaisseur maximum 3 mm. L'autre a pour dimensions : longueur 10 mm. 5, largeur 8 mm., épaisseur minimum 1 mm. 5, épaisseur maximum 5 mm.

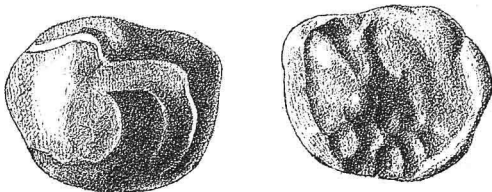


FIG. 60. — *Otolithus (Sciænidarum) aff. gemmoides* SCHUBERT. Otolithe droit vu sur ses deux faces. Salles (Minoy), Helvétien.

Je rapproche ces otolithes de *O. (Sciænidarum) gemmoides* SCHUBERT du Miocène de Kienberg (Autriche)¹, bien qu'ayant une cauda plus longue que dans le type.

2° Salies-de-Béarn, Helvétien.

Forme anguleuse à la partie postérieure dorsale, ostium rétréci en avant. Un otolithe droit avec ornements peu nombreux mais assez gros sur la face externe ; les dimensions sont : longueur

6 mm., largeur 5 mm., épaisseur minimum 1 mm. 5, épaisseur maximum 3 mm. (fig. 61). Un otolithe gauche plus petit, presque sans ornements ; les dimensions sont : longueur 4 mm. 5, largeur 3 mm.

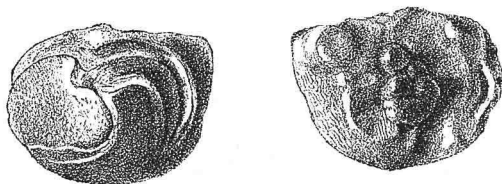


FIG. 61. — *Otolithus (Sciænidarum) aff. gemmoides* SCHUBERT. Otolithe droit vu sur ses deux faces. Salies-de-Béarn, Helvétien.

5, épaisseur minimum 0 mm. 5, épaisseur maximum 1 mm. 5 (fig. 62). Je rapporte ces deux otolithes à la même espèce.

Otolithus (Sciænidarum) aff. subgemma SCHUBERT.

Léognan (moulin Daney), Burdigalien.

Un otolithe droit, haut et court (fig. 63), anguleux au bord dorsal postérieur, montre sur sa face externe une dépression médiane ; il y a des traces de plis sur les bords de cette face. Les dimensions sont : longueur 5 mm. 5, largeur (hauteur) 5 mm. 5, épaisseur au milieu 1 mm. 5.

Il a des rapports avec *O. (Sciænidarum) subgemma* SCHUBERT du Miocène de Kienberg (Autriche)².

1. R. SCHUBERT. *Loc. cit.*, I, p. 311, pl. x, fig. 14 a, 14 b.

2. R. SCHUBERT, p. 314, pl. x, fig. 15 a, 15 b.

Otolithus (Sciænidarum) gracilis SCHUBERT var. *sallensis* n. v.
Salles (couches à Panopées) Helvétien.

Un otolithe gauche, de forme ovale, un peu plus pointu en avant, a une face interne très légèrement bombée; l'ostium est large, avec formation colliculaire, la cauda d'abord perpendiculaire à l'ostium se recourbe et atteint le bord inférieur, elle laisse entre elle et le bord dorsal un espace assez développé. La face externe est légèrement bombée avec une forte saillie irrégulière sur la partie postérieure. Les dimensions sont : longueur 7 mm. 5, largeur 3 mm. 5, épaisseur minimum 1 mm., épaisseur maximum 3 mm. 5 (fig. 64).

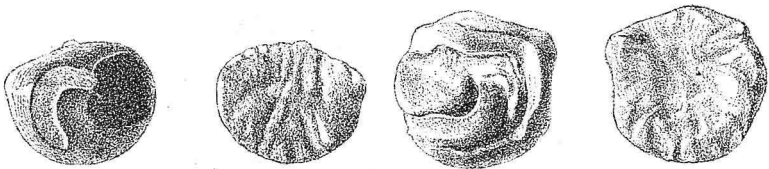


FIG. 62. — *Otolithus (Sciænidarum) aff. gemmoides* SCHUBERT. Otolithe gauche vu sur ses deux faces, Salies-de-Béarn, Helvétien.

FIG. 63. — *Otolithus (Sciænidarum) aff. subgemma* SCHUBERT. Otolithe droit vu sur ses deux faces. Léognan (moulin Daney), Burdigalien.

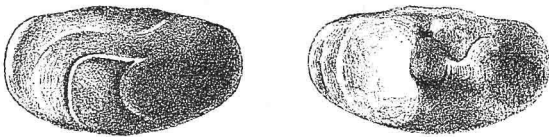


FIG. 64. — *Otolithus (Sciænidarum) gracilis* SCHUBERT, var. *sallensis* n. v. Otolithe gauche vu sur ses deux faces. Salles (couches à Panopées), Helvétien.

Cet otolithe se rapproche surtout de *O. (Sciænidarum) gracilis* SCHUBERT du Miocène de Kienberg (Autriche)¹, mais la cauda atteint dans cet otolithe le bord inférieur au lieu de s'en rapprocher seulement comme dans le type; de plus la saillie externe porte deux tubercules au lieu de trois comme dans le type. Je rapporte cet otolithe à une variété nouvelle, var. *sallensis* de l'espèce de SCHUBERT.

IV. TRIGLIDÈS.

Otolithus (Trigla) rhombicus SCHUBERT.

1° Léognan (la Sangsueyre), Burdigalien.

Deux otolithes droits, arrondis, hauts à face interne très légè-

1. R. SCHUBERT, *Loc. cit.*, I, p. 309, pl. x, fig. 22 a, 22 b, 22 c.

rement bombée, rostre peu saillant, excisura marquée. L'ostium est court, la cauda longue, d'abord étroite puis s'élargissant à l'extrémité qui atteint presque le bord postérieur. Il y a des crénelures sur les bords de la face interne et aussi de la face externe qui est concave.

Le plus grand des otolithes, ici figuré (fig. 65), a pour dimensions : longueur 4 mm., hauteur (largeur) 3 mm. 5, épaisseur 1 mm.

Ces otolithes ont leurs affinités avec *O. (Trigla) rhombicus* SCHUBERT du Miocène de Vöslau et Steinabrunn (Autriche)¹.

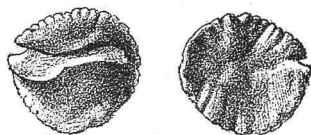


FIG. 65. — *Otolithus (Trigla) rhombicus* SCHUBERT. Otolithe droit vu sur ses deux faces, Léognan (la Sangsueyre). Burdigalien.

Les Triglidés sont des Poissons dont les principaux représentants sont les Trigles ou Grondins répandus sur nos côtes genre *Trigla* (ARTEDI) LINNÉ.

2° De la même espèce se rapproche un otolithe gauche de Léognan (moulin Daney), Burdigalien.

V. GOBIEDES.

Otolithus (Gobius) rotundus n. sp.

Léognan (Coquillat), Burdigalien.

Otolithe droit, ovale, arrondi en avant, plat en arrière, bombé sur la face interne, légèrement concave sur la face externe. Le sulcus n'atteint pas le bord antérieur. Il est fermé à ses deux extrémités. Il est profond ; l'ostium et la cauda sont en rapport par un léger étranglement. Une dépression marquée entoure le sulcus en haut et en bas (fig. 66).



FIG. 66 et 67. — *Otolithus (Gobius) rotundus* n. sp.. Otolithes droits vus sur leurs deux faces. Léognan (Coquillat), Burdigalien.

Les dimensions sont : longueur 3 mm., largeur 2 mm., épaisseur 1 mm.

La dépression entourant le sulcus est caractéristique des Gobieidés, mais la forme de l'otolithe est plus régulière que dans

1. R. SCHUBERT. *Loc. cit.*, III, p. 641-642, pl. xx, fig. 6-7.

les espèces fossiles jusqu'ici connues. Nous appellerons donc cet otolithe *O. (Gobius) rotundus* n. sp.

Un autre otolithe droit de même provenance (fig. 67) a la même forme et appartient à la même espèce. Il est un peu plus arrondi en arrière que le précédent. Ses dimensions sont : longueur 2 mm. 5, largeur un peu plus de 2 mm., épaisseur 1 mm.

Les Gobiidés sont de petits Poissons répandus sur nos côtes où ils sont connus sous le nom de Goujons de mer : genre *Gobius* (ARTEDI) LINNÉ.

VI. TRACHINIDÉS.

Otolithus (Trachinus) mutabilis KOKEN.

1° Léognan moulin (Daney), Burdigalien.

Un petit otolithe gauche (fig. 68) bombé sur sa face interne, montre un sulcus voisin du bord dorsal. L'ostium est allongé, la cauda plus étroite, courte, terminée en pointe à son extrémité postérieure. La face externe est bombée en arrière, il y a des stries sur le bord ventral. Les dimensions sont : longueur 3 mm. 5, largeur 2 mm. 5, épaisseur 1 mm.



FIG. 68. — *Otolithus (Trachinus) mutabilis* KOKEN. Otolithe gauche vu sur sa face interne, Léognan (moulin Daney), Burdigalien.

FIG. 69. — *Otolithus (Trachinus) mutabilis* KOKEN. Otolithe droit, vu sur sa face interne. Martillac (Pas de Barrau), falun bleu, Burdigalien.

Cet otolithe a ses affinités avec *O. (Trachinus) mutabilis* KOKEN de l'Oligocène moyen et supérieur d'Allemagne et du Miocène de Vöslau (Autriche)¹.

Les Trachinidés sont de petits Poissons répandus sur nos côtes et dont le genre principal est le genre *Trachinus* (ARTEDI) LINNÉ ou Vive.

2° Deux otolithes, l'un droit (fig. 69), l'autre gauche, proviennent de Martillac (Pas de Barrau), falun bleu, Burdigalien. Le droit a comme dimensions : longueur 4 mm., largeur 2 mm., épaisseur 1 mm.

3° De Saucats (Pont-Pourquey), Burdigalien, provient un otolithe droit, à rostre brisé (fig. 70), long de 5 mm., large de 3 mm., épais de 1 mm.

1. E. KOKEN. *Loc. cit.*, 1884, p. 553, pl. xi, fig. 9 : *O. (Trachinus) biscissus* et *loc. cit.*, 1891, p. 112-113. — R. SCHUBERT. *Loc. cit.*, III, p. 640-641, pl. xx, fig. 1-2.

Otolithus (Trachinus) miocænus BASSOLI et SCHUBERT.

1° Martillac (Pas de Barrau), falun jaune, Burdigalien.

Un otolithe droit (fig. 71), allongé, à face interne bombée

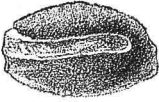


FIG. 70. — *Otolithus (Trachinus) multabilis* KOKEN. Otolithe droit vu sur sa face interne. Saucats (Pont-Pourquey), Burdigalien.



FIG. 71. — *Otolithus (Trachinus) miocænus* BASSOLI et SCHUBERT. Otolithe droit vu sur sa face interne, Martillac (Pas de Barrau,) falun jaune, Burdigalien.

avec des crénelures sur les bords, porte un sulcus dont l'ostium est long; la cauda, à peine séparée de lui, est très légèrement courbe. La face externe est concave. Les dimensions sont : longueur 4 mm., largeur 2 mm., épaisseur 1 mm. Un autre otolithe mal conservé, paraît appartenir à la même espèce.

2° Léognan (la Sangsueyre), Burdigalien.

Un otolithe droit analogue au précédent a pour dimensions : longueur 4 mm., largeur 2 mm. 5, épaisseur 1 mm. L'ostium est long, la cauda, à peine séparée de lui par une faible échancrure, est très légèrement courbe. La face externe concave est crénelée sur les bords (fig. 72).

Ces otolithes ont leurs affinités avec *O. (Trachinus) miocænus* BASSOLI et SCHUBERT du Monte Gibbio, Miocène moyen du Modénais (Italie)¹.



FIG. 72. — *Otolithus (Trachinus) miocænus* BASSOLI et SCHUBERT. Otolithe droit vu sur ses deux faces, Léognan (la Sangsueyre), Burdigalien.



FIG. 73. — *Otolithus (incertæ sedis) martillacensis* n. sp. Otolithe gauche vu sur ses deux faces, Martillac (Pas de Barrau), falun bleu, Burdigalien.

*Otolithes incertæ sedis.**Otolithus (incertæ sedis) martillasensis* n. sp.

Martillac (Pas de Barrau), falun bleu, Burdigalien.

Trois otolithes droits et deux gauches ont une forme ovale, un rostre obtus, un sulcus large, voisin du bord dorsal, ne se divisant pas en ostium et cauda, légèrement recourbé vers son

1. G. G. BASSOLI. *Loc. cit.*; p. 15, pl. II, fig. 2.

extrémité postérieure. La face interne est légèrement bombée, la face externe concave avec côtes plus ou moins marquées sur les bords.

Je représente un otolithe gauche ayant pour dimensions : longueur 4 mm., largeur 2 mm., épaisseur 0 mm. 5 (fig. 73).

Otolithus (incertæ sedis) dorsalis n. sp.

Léognan (moulin Daney), Burdigalien.

Otolithe gauche arrondi en avant, anguleux au bord postérieur dorsal. La face interne est bombée, le sulcus suit le bord dorsal; il est fermé à ses deux extrémités et ne se distingue pas en un ostium et une cauda; il se courbe en arrière. La face externe est concave avec bombement postérieur. Les dimensions sont : longueur 6 mm., largeur 3 mm. 5, épaisseur 1 mm. 5 (fig. 74).

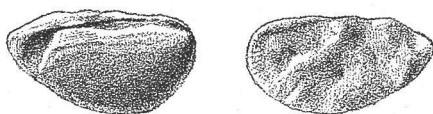


FIG. 74. — *Otolithus (incertæ sedis) dorsalis*, n. sp.. Otolithe gauche vu sur sa face interne, Léognan (moulin Daney), Burdigalien.

CONCLUSIONS.

La liste des espèces du Stampien et de l'Aquitanien du Sud-Ouest de la France connues jusqu'ici est courte.

STAMPIEN

Cottidés : *Otolithus (Cottidarum) Degrangei* n. sp.

AQUITANIEN

Macruridés : *O. (Hymenocephalus ?) aquitanicus* n. sp.

O. (Macrurus) aff. *Toulai* SCHUBERT n. sp. ¹

Pleuronectidés : *O. (Solea)* aff. *subglaber* KOKEN ¹.

Percidés (sens large) : *O. (Percidarum)* aff. *moguntinus* KOKEN.

O. (Percidarum) æqualis KOKEN. var. *burdigalensis* PRIEM.

O. (Percidarum) brevis n. sp.

O. (Labrax) lucidus BASSOLI.

O. (Serranus) Noetlingi KOKEN.

1. Il s'agit ici d'otolithes trouvés à Saint-Geours-de-Maremme (Landes), gisement indiqué comme helvétien, mais qui semble devoir être attribué à l'Aquitanien (voir H. DOUVILLÉ, *B.S.G.F.*, (3), XXVII, 1899, p. 497 et A. DE LAPPARENT, *Traité de Géologie*, 5^e édition, 1906, p. 1589 et 1631).

La liste des espèces du Burdigalien et de l'Helvétien du Sud-Ouest de la France est la suivante :

BURDIGALIEN	HELVÉTIEN
Scopélidés :	
<i>Otolithus (Scopelus?)</i> sp.	
Murænidés :	
<i>O. (Congeris) Duvergieri</i> n. sp.	
Gadidés :	
<i>O. (Gadidarum) Peyroti</i> n. sp.	<i>O. (Gadus) elegans</i> KOKEN var. <i>lævis</i> n. v.
<i>O. (Gadidarum)</i> sp ¹ .	
Macruridés :	<i>O. (Macrurus)</i> aff. <i>præcursor</i> KOKEN.
Ophidiidés :	<i>O. (Ophidiidarum)</i> sp.
Pleuronectidés :	<i>O. (Pleuronectidarum)</i> aff. <i>acuminatus</i> KOKEN.
<i>O. (Pleuronectidarum) conca-</i> <i>vus</i> n. sp.	
<i>O. (Solea)</i> aff. <i>questfalicus</i> KOKEN.	
<i>O. (Solea)</i> aff. <i>subglaber</i> KOKEN.	<i>O. (Solea)</i> aff. <i>subglaber</i> KOKEN.
<i>O. (Solea?)</i> sp,	
<i>O. (Rhombus?)</i> aff. <i>rhenanus</i> KOKEN.	
Sphyrænidés :	<i>O. (Sphyræna)</i> aff. <i>Hansfuchsi</i> SCHUBERT.
Percidés (sens large) :	
<i>O. (Percidarum)</i> aff. <i>mogun-</i> <i>tinus</i> KOKEN.	<i>O. (Percidarum)</i> aff. <i>mogun-</i> <i>tinus</i> KOKEN.
<i>O. (Percidarum æqualis)</i> KO- KEN var. <i>burdigalensis</i> PRIEM.	<i>O. (Percidarum)</i> aff. <i>æqualis</i> KOKEN var. <i>burdigalensis</i> PRIEM.
<i>O. (Serranus) Noettingi</i> KOKEN.	<i>O. (Serranus) Noettingi</i> KOKEN.
<i>O. (Labrax) lucidus</i> BASSOLI.	
<i>O. (Dentex)</i> aff. <i>nobilis</i> KOKEN.	
<i>O. (Dentex?)</i> aff. <i>subnobilis</i> SCHUBERT.	
Sparidés :	
<i>O. (Sparidarum) gregarius</i> KOKEN.	<i>O. (Sparidarum) gregarius</i> KOKEN.
Sciænidés :	
<i>O. (Sciænidarum) Corii</i> SCHU- BERT.	<i>O. (Sciænidarum) Corii</i> SCHU- BERT.
<i>O. (Sciænidarum) Corii</i> SCHU- BERT var. <i>Cossmanni</i> PRIEM.	<i>O. (Sciænidarum) Corii</i> SCHU- BERT var. <i>Cossmanni</i> PRIEM.

1. Il y a aussi, comme on l'a vu. *O. (Gadus) tenuis* KOKEN du Miocène de Bordeaux, étage non indiqué.

O. (Sciænidarum) pyrenaicus
PRIEM.

O. (Sciænidarum) pyrenaicus
PRIEM.

*O. (Sciænidarum) aff. gem-
moides* SCHUBERT.

*O. (Sciænidarum) aff. sub-
gemma* SCHUBERT.

O. (Sciænidarum) gracilis
SCHUBERT var. *sallensis* n. v.

Triglidés :

O. (Trigla) rhombicus SCHU-
BERT.

Gobiidés :

O. (Gobius) rotundus n. sp.

Trachinidés :

O. (Trachinus) mutabilis KO-
KEN.

O. (Trachinus) miocænus BAS-
SOLI et SCHUBERT.

Incertæ sedis :

O. (i. s.) martillacensis n. sp.

O. (i. s.) dorsalis n. sp.

Les otolithes recueillis jusqu'ici ont appartenu à des Poissons de familles variées : Scopélidés, Murænidés, Gadidés, Macruridés, Ophidiidés, Pleuronectidés, Sphyrænidés, Percidés (sens large), Sparidés, Scicænidés, Triglidés, Cottidés, Gobiidés, Trachinidés. Les plus nombreux de beaucoup ont appartenu aux Percidés, Sparidés et Scicænidés. Les Poissons de grandes profondeurs ne sont représentés que par quelques rares otolithes de Scopélidés et de Macruridés. Tous les autres otolithes indiquent des Poissons de faibles profondeurs, ce qui est en rapport avec le caractère néritique des formations dont ils proviennent.

Toutes les figures de ce mémoire ont été dessinées par M. J. Papoint, préparateur au Muséum d'Histoire naturelle.

NOTE AJOUTÉE PENDANT L'IMPRESSION. — *Poissons fossiles du Midi de la France.* — M. J. Blayac m'a communiqué une dent antérieure de Squalé de la base de la molasse de l'Agenais (Stampien, Oligocène supérieur) recueillie près Samazan, vallée de l'Avance (Lot-et-Garonne). Elle diffère de *Odontaspis cuspidata* par un très petit denticule latéral accessoire de chaque côté. Je l'appelle *O. aff. cuspidata* AG. sp.; son double denticule latéral la rapproche toutefois d'*Odontaspis ferox* Risso sp.

M. Hardouin instituteur, m'a communiqué la moitié postérieure d'un grand otolithe gauche provenant du Plaisancien (Pliocène inférieur) de Théziers (Gard). Il se rapproche d'*Otolithus (Percidarum) arcuatus* BASSOLI et SCHUBERT du Miocène d'Autriche et d'Italie. On peut l'appeler *Otolithus (Percidarum) aff. arcuatus*.

ORIGINE ET GENÈSE DES DOLOMIES SÉDIMENTAIRES

PAR LE GÉNÉRAL **Jourdy** ¹.

PLANCHES VIII et IX.

I. — ORIGINE DES CRISTAUX DE DOLOMITE

La recherche de l'origine des dolomies à laquelle j'avais été conduit au cours d'une étude précédente sur les Coralliaires², m'avait amené à mettre en lumière le rôle transformateur des *Algues calcaires* qui ont la propriété, contrôlée par les analyses chimiques, de convertir en *carbonate* le sulfate de *magnésium* de l'eau de mer (de même que les Algues herbacées ont le privilège d'en extraire la soude), et de provoquer ainsi la production de la *dolomite*. J'avais alors produit (*B. S. G. F.*, (4), XIII, pl. VIII, fig. 9) la photographie microscopique d'une plaque mince taillée dans un échantillon du calcaire à Mélobésies helvétique des environs d'Oran, qui est très riche en magnésie (29 %); on peut y constater nettement l'invasion progressive d'un Bryozoaire (*Heteropora*) jusqu'à digestion complète des cellules, au bénéfice de cristaux agglomérés parmi lesquels on reconnaît à leurs propriétés optiques la calcite et la dolomite, mais sans qu'on puisse isoler chacune de ces deux sortes de carbonates.

On pouvait juger à bon droit qu'il n'y avait là qu'une simple indication et que, pour pénétrer davantage le problème de l'origine de la dolomite, il était nécessaire d'en poursuivre la solution dans la séparation de ces deux sortes de cristaux, et de chercher à saisir sur le fait la production de la dolomite par les Mélobésies elles-mêmes. Dans ce but, une étude microscopique et microchimique plus complète des gisements de calcaires magnésiens et à Mélobésies devenait nécessaire, et on pouvait espérer que ces travaux de laboratoire pourraient fournir des renseignements suffisants. Aussi ai-je d'abord soumis à ce double examen les roches tertiaires de Camphon et d'Oran dont j'avais précédemment signalé l'intérêt et dont je possédais une belle collection, grâce à la générosité de M. Batard et de notre confrère, M. Doumergue. Ainsi que je l'ai fait remarquer dans mes premières

1. Notes présentées aux séances des 4 mai et 8 juin 1914.

2. Général JOURDY. Coralliaires et Corallicoles *B. S. G. F.*, séances des 3 novembre et 15 décembre 1913, pp. 370-408.

études, ces roches offrent cette particularité qu'elles contiennent suffisamment de carbonate de magnésie pour permettre la formation de la dolomite, mais pas assez pour faire disparaître par leurs recristallisations successives, les organismes végétaux et animaux qui ne se retrouvaient plus qu'à l'état de rares épaves dans la collection des dolomies plus anciennes (tous les niveaux depuis le Dévonien) que j'étais parvenu à rassembler.

Roches magnésiennes du Lutétien de Campbon. — J'ai eu la bonne fortune d'être dirigé dans mes premières recherches, au laboratoire de minéralogie du Muséum, par M. Gaubert. C'est ainsi que j'ai pu obtenir dans les échantillons de Campbon, la séparation complète des cristaux de calcite et des cristaux de dolomite. En numérotant de 1 à 6, de haut en bas, les couches précédemment décrites¹ dans la coupe des roches magnésiennes provenant de ce gisement lutétien, il y a lieu d'exclure d'abord l'argile verdâtre (n° 2), l'argile verte (n° 4) et le sable brun (n° 5) tous trois pauvres en magnésie, pour diriger les recherches sur la marne blanche (n° 1), le calcaire blanc (n° 3) et la « pierre brune », sorte de calcaire semi-pulvérulent (n° 6) qui sont au contraire assez riches

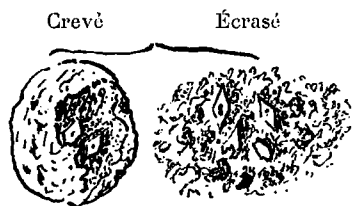


FIG. 1. — SPHÉRULE DE CALCITE
(PIERRE BRUNE DE CAMPBON).

en magnésie pour être l'objet d'une exploitation industrielle.

Au microscope, les deux premières n'ont pas fourni de cristaux, en raison de la présence d'une fine argile qui empâte les granules calcaires, mais la pierre brune n° 6 a révélé du premier coup des renseignements déjà intéressants : ceux de ses grains qui ne sont pas de minuscules

cailloux de quartz, se présentent sous la forme de concrétions, au centre desquelles, quand on les écrase, apparaissent des cristaux rhomboédriques (fig. 1). Pour découvrir la nature de ces derniers, deux méthodes ont été employées : la coloration et la dissolution de la calcite, d'où est résultée la mise en évidence des cristaux de dolomite.

La réaction de Mahler (attaque par le nitrate de cuivre) colore la croûte des sphérolithes en vert, indice de la présence de la calcite, tandis que les rhomboèdres centraux conservent leur trans-

1. *Loc. cit.*, p. 397.

parence, caractère distinctif de la dolomite. Ce résultat se contrôle au moyen de l'attaque par l'acide formique ou par l'acide chlorhydrique à 1/50 : de minuscules bulles de gaz se dégagent vivement, la calcite se dissout presque instantanément tandis que la dolomite persiste. Cette réaction est délicate, car l'action prolongée du dissolvant ferait disparaître également à la longue les cristaux de dolomite d'une façon progressive suivant leur taille, par une corrosion lente qui tranche avec la dissolution effervescente et rapide de la calcite (d'après M. Gaubert). Celle-ci une fois disparue, le résidu se compose de petits rhomboédres de dolomite et de plus gros fragments de quartz (pl. VIII, fig. 2). On sent ainsi qu'on est déjà sur la voie de l'explication de la formation de la dolomite, mais qu'on n'est pas encore en mesure d'en pénétrer l'origine.

Roches miocènes des environs d'Oran. — L'étude microscopique et microchimique de plaques minces des calcaires et grès à Mélobésies des environs d'Oran, va permettre de pénétrer plus avant, d'arriver au cœur même de la question. En effet, le grès à Mélobésies *tortonien* de Tamzourah renferme une végétation touffue d'Algues calcaires qui semblent en aussi bon état de conservation que si elles étaient vivantes : l'une d'elles étreint encore un Bryozoaire (*Radiopora prolifera*¹, pl. VIII, fig. 1) dont les cellules sont comblées par de la calcite, tandis qu'on ne discerne que de loin en loin les rhomboédres de dolomite. Mais le calcaire *helvétien* à Mélobésies du plateau du Marabout (au-dessus d'Oran), très magnésifère (29 %) et riche en Ostracodes, en Foraminifères, en spicules d'Éponges, en morceaux de baguettes d'Oursins, permet de reconnaître des amas de cristaux de calcite et de dolomite², côte à côte avec des Algues calcaires en voie de fragmentation. C'est à ce niveau qu'appartient la coupe du Bryozoaire (*Heteropora*) qui a été précédemment signalée et qui paraît de nature à faire déjà soupçonner quelque relation entre la décomposition des organismes calcaires et la formation de la dolomite.

Des exemples plus probants de ce fait ont été fournis par

1. Détermination de M. Canu.

2. La calcite et la dolomite cristallisent toutes deux en rhomboédres de formes très voisines, mais dans toutes les roches étudiées présentement, les cristaux de calcite s'enchevêtrent en plages ou en géodes entaillées de crevasses ou de grilles de clivage, tandis que les cristaux de dolomite affectent de préférence l'autonomie, soit isolément, soit en groupements irréguliers, soit par rangées en files en forme de colliers dont l'éclat éveille l'impression de joyaux.

l'examen des plaques minces taillées dans le calcaire blanc saccharoïde *sahélien* à Mélobésies d'Oran (teneur en $MgCO_3$: 23 %) qui se présentent comme un véritable cimetière d'Algues calcaires à divers états de conservation ou de désagrégation au milieu de traînées régulières de cristaux de dolomite. A les étudier, on éprouve l'impression de l'aspect de chiffons de fine dentelle entourés d'une bordure de bijoux. On distingue ainsi nettement les stades progressifs de la décomposition des Algues

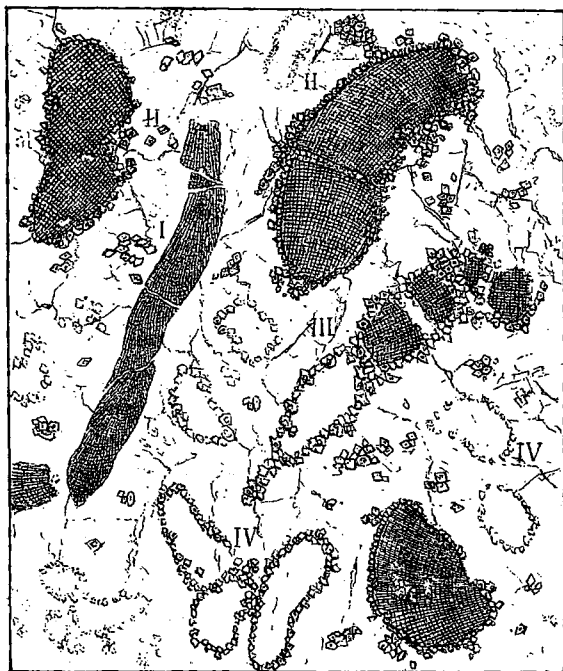


FIG. 2. — PLAQUE MINCE DE CALCAIRE SAHÉLIEN D'ORAN.

calcaires, et, parallèlement, l'apparition des files de rhomboédres de dolomite disposés, soit en alignement le long du bord des Mélobésies, soit nichés dans leurs déchirures, sans doute pour cette raison que leur grosseur ne leur permet pas de trouver place dans les minuscules cellules du tissu végétal, d'où résulte leur apparition en franges le long du bord ou dans les trous des fragments de Mélobésies. La figure ci-contre, dessinée d'après nature, reproduit les plus caractéristiques des phases du phénomène.

Le n° I représente une Mélobésie intacte dont le bord est ab-

solument net. Les exemplaires figurés au n° II accusent un commencement de désagrégation du tissu accompagné d'un groupement périphérique des rhomboèdres, qui est accentué de la façon la plus caractéristique au n° III. Enfin le n° IV est le dernier stade, celui dans lequel la bordure des rhomboèdres subsiste seule en qualité de témoin du fragment d'Algue dont la disparition est consommée. On peut ainsi toucher du doigt la production des cristaux de dolomite aux dépens des Algues calcaires, tant ils apparaissent nombreux et réguliers dans tout leur éclat et leur pureté, côte à côte avec les cellules du végétal magnésifère. Entre les fragments d'Algue encadrés dans les files de dolomite, la calcite s'étale en plages de cimentation. Cette même roche, traitée par l'acide formique, fournit comme résidu, une poussière de rhomboèdres de dolomite, par dissolution des plages cristallisées de calcite.

On peut se demander pourquoi le gisement de Camphon se prête moins bien à la formation des cristaux de dolomite que celui d'Oran. La raison n'est certainement pas due à une infériorité de la teneur en carbonate de magnésie, car celle de la pierre brune de Camphon est de 36,25 devant 53,65 de carbonate de chaux, soit 67 %, tandis que celle du calcaire sahélien d'Oran n'est que 23,20 en face de 76,25 de carbonate de chaux, soit 30 %, c'est-à-dire moins de moitié. Elle doit plutôt être attribuée à une première cause, celle du degré de pureté des eaux-mères de ces carbonates : les couches de Camphon se sont formées en effet dans une anse de schistes primaires, dont l'argile délayée par les flots, a dû salir les eaux et contrarier la cristallisation, tandis que l'aspect saccharoïde absolument blanc du calcaire d'Oran est garant de la pureté des eaux de ce sédiment. Une autre raison qui sera mise en relief dans les pages suivantes, paraît également avoir droit à entrer en ligne de compte, celle de la différence de profondeur des fonds de mer : le gisement de Camphon était situé au fond d'un golfe peu profond, tandis que le dépôt sahélien dont l'épaisseur s'élève jusqu'à 200 mètres et dont la faune était très riche en Oursins et en coquilles de pleine mer, gisait à des profondeurs bien supérieures à celles du sédiment breton.

II. — GENÈSE DE LA DOLOMITE

L'étude microscopique et microchimique des roches magnésifères de Camphon et d'Oran permet de pressentir le secret de l'origine de la dolomite de ces roches, mais elle laisse encore dans

l'obscurité sa *genèse* même. Comment le carbonate de magnésie a-t-il consommé son union avec le carbonate de chaux? Les savantes recherches de M. Cayeux sur les colorants des cristaux permettent de suivre les stades de cette transformation. Les calcaires blancs, quelque peu argileux des couches n^{os} 1 et 3 de Campbon



FIG. 3. — GRANULES DE CALCITE
DOLOMITIQUES COLORÉS AU CHROMATE
(ROCHE BLANCHE DE CAMPBON).



FIG. 4. — RHOMBOÈDRES DE DOLOMITE
(CALCAIRE SAHÉLIEN D'ORAN)
COLORÉS AU CHROMATE

précitées qui s'étaient montrées réfractaires à mes recherches, lui ont fourni, après d'habiles lavages, un renseignement des plus intéressants. Traités au chromate d'argent¹ qui colore la calcite en noir sans altérer la transparence de la dolomite (pl. VIII, fig. 3), les grains de la roche se sont présentés sous trois aspects différents : les uns totalement noirs, d'autres absolument incolores, tandis que ceux de la troisième sorte sont incolores sur le pourtour et noirs au centre (fig. 3). Les rhomboédres (fig. 4), de dolomite de « la pierre brune », n^o 6, ont naturellement conservé leur transparence au milieu des sphérolites noirs de calcite. Cette simple réaction suffit déjà pour montrer que la dolomite se forme par la pénétration moléculaire progressivement centripète de la calcite par le carbonate de magnésie. Comme vérification, on peut observer sur nombre de rhomboédres de dolomite du calcaire sahélien à Mélobésies d'Oran, un noyau noir qui est même visible sans colorant, ainsi qu'en témoignent la figure 4 et le dessin de la figure 2, ci-dessus, et la figure 4 de la planche VIII. Dans cette dernière qui est une microphotographie d'une plaque mince² colorée au chromate d'argent, la teinte noire a recouvert les cristaux de calcite et les fragments de Mélobésies, tandis que la dolomite cristallisée ou non a conservé sa transparence³ sauf parfois au noyau de calcite.

1. Le procédé que M. Cayeux a décrit dans son cours du Collège de France (1914), consiste à employer d'abord le nitrate d'argent en solution à 1/10, puis le chromate de potassium.

2. Cette plaque a la même provenance que celles qui ont fourni le dessin de la figure 2 (voir ci-dessus).

3. A la séance du 4 mai 1914, la présence de corps amorphes non colorés a déterminé M. Cayeux à faire des réserves sur leur origine mélobésienne.

Ces expériences prouvent que la calcite joue le rôle de *véhicule* du carbonate de magnésie qui envahit progressivement ses granules et ses cristaux par pénétration moléculaire, et qui s'y combine avec le carbonate de chaux aux dépens de la calcite plus ou moins éliminée en fin de compte. Quand la calcite est à l'état de granules (qui sont peut-être des agglomérations de cristaux extrêmement ténus) comme à Camphon, la dolomite une fois parvenue au centre, s'y installe et finit par s'y cristalliser. Quand les conditions de cristallisation sont plus favorables comme dans le calcaire à Mélobésies sahélien d'Oran, le carbonate de magnésie imbibé d'emblée les cristaux de calcite et donne ainsi naissance aux beaux rhomboèdres de dolomite dont le noyau, pour beaucoup, conserve encore la trace de leur origine.

M. Cayeux qui a bien voulu faire cette démonstration à ses leçons de *Microchimie appliquée aux roches sédimentaires* (cours de Géologie du Collège de France), et auquel sont dues les préparations au chromate d'argent de la planche VIII, se réserve sans doute de comparer les résultats qu'il a obtenus par les colorants sur les échantillons de Camphon et d'Oran, avec ceux auxquels l'ont conduit ses savantes recherches sur la formation des oolithes ferrugineuses. Pour mon compte, j'ai profité de ses leçons et de son expérience pour pousser plus avant la solution du problème de l'origine de la dolomite de quelques roches tertiaires, en précisant la part qui concerne l'explication de la genèse et de la métamorphose de la dolomite aux dépens de la calcite.

III. — PROCESSUS DE LA DOLOMITISATION

Une dernière question reste à élucider, celle des facteurs de la réaction qui transforme ainsi le carbonate de chaux en dolomite et aboutit à la formation de la *dolomie*. Pour l'aborder, il est nécessaire d'invoquer les expériences de laboratoire qui ont tenté de la résoudre. Et tout d'abord il convient de rappeler que le chimiste allemand Link a depuis longtemps établi qu'en mélangeant du *carbonate d'ammoniaque* avec du chlorure de calcium et du chlorure de magnésium, on obtenait des globules à demi cristallisés et juxtaposés de calcite et de magnésite (c'est ce qu'on appelle le mélange de Link), mais nullement des cristaux de dolomite. Plus tard, Sprängenberg¹ a repris cette ex-

1. Die Künstliche Darstellung der Dolomie. *Zeit. f. Krystal. und Mineral.*, de Groth, 1913.

périence et a constaté que le carbonate double qu'est la dolomite, apparaît quand on emploie une pression de 16 atmosphères et une température de 90°. On en conclura déjà que la dolomite peut s'obtenir sous l'influence de trois facteurs : le *carbonate d'ammoniaque*, une forte *pression* et une forte *température*. Or la nature les offre à des degrés différents. D'une part, le *carbonate d'ammoniaque* est assurément très abondant au pied des récifs madréporiques sur lesquels vivent les Algues magnésifères : la vie pullule à leurs abords et dans leur intérieur, et la chute continuelle des innombrables cadavres d'animaux y constitue un véritable charnier, puissant foyer de production de carbonate d'ammoniaque. D'autre part, la *pression* de 16 atmosphères est facilement atteinte et même dépassée au fond de la mer dans le voisinage des murailles de coraux, dans la profondeur sédimentaire de leurs débris (exemple *Funafuti*) car elle correspond à une profondeur d'eau de 150 mètres seulement. Reste la formidable *température* de 90° qu'aucun récif n'a jamais connue — bien que les madrépores ne fréquentent que les eaux relativement chaudes — car elle cuirait instantanément tous ses habitants, et il semblerait au premier abord qu'il soit impossible d'attacher quelque valeur à cette donnée de laboratoire.

Mais M. Klément¹ a démontré qu'à s'obstiner à obtenir de la dolomite par l'intermédiaire de la calcite, on ne peut arriver à un résultat pratique, tandis que si l'on a recours à l'*aragonite*, qu'il traite par le sulfate de magnésium dans une solution saturée de sel marin, la transformation du carbonate double s'opère dans des conditions beaucoup plus faciles ; et, même à la pression ordinaire, il a obtenu la dolomite à la température de 65°. Il en a même conclu que le fond de la lagune des atolls peut réaliser cette double condition. Cette assertion semble très justifiée pour l'*aragonite* mais non pour la température de 65°. En effet, beaucoup d'animaux corallicoles outre les coraux, Oursins, Encrines, Mollusques mêmes, sécrètent de l'*aragonite*². Il en est de même des Algues calcaires ainsi qu'il ressort d'une expérience de M. Gaubert : en traitant deux Algues calcaires récentes (*Lithophyllum tortuosum* et *Jania rubens* du rivage français de l'Atlantique) et également une Mélobésie tertiaire (*Lithothamnium pliocenum* d'Oran) par le nitrate de cobalt (c'est la réaction dite de Mayen), on obtient un précipité violet caractéris-

1. KLÉMENT. Origine de la dolomie dans les formations sédimentaires. *Mémoires de la Société belge de Géologie, Paléontologie et Hydrologie*, 1894 et 1895.

2. Les récifs madréporiques et atolls du Dévonien de Belgique sont souvent bordés de couches stratifiées d'Encrines (calcaires bleus) côte à côte avec des bancs de dolomie.

tique de l'aragonite pour les premières, mais incolore¹ pour la seconde. Il y a donc lieu d'en conclure que les Algues calcaires à l'état frais, qui apportent déjà leur contribution de carbonate de magnésie à la formation de la dolomite, fournissent aussi le carbonate de chaux sous la forme d'aragonite beaucoup plus favorable à la dolomitisation que la calcite. Plus tard, la transformation moléculaire s'opérant dans la fossilisation, l'aragonite disparaît, mais son intervention n'en a pas moins opéré son effet lors de la réaction du carbonate double.

La seconde conclusion de M. Klément, celle qui concerne la température de 65°, est beaucoup moins admissible, car à supposer même que le fond de la cuvette que forme la lagune de l'atoll, atteigne parfois cette haute température, on ne peut en dire autant du pied des murailles des récifs madréporiques où la température ne doit jamais dépasser 30°. Mais ces mêmes expériences ont fait apparaître un autre facteur, *le temps*, car la quantité de dolomite produite y a toujours augmenté quand la réaction s'est prolongée. Or, le temps est de tous les facteurs physiques celui dont la nature est le plus prodigue, il explique même beaucoup de *réactions paresseuses*, telles que les placages métalliques sur la surface des diaclases, les silex stratifiés, la décalcification de puissantes masses de craie, etc. Nous ne nous rendons pas encore bien compte de l'influence du temps sur les compositions et décompositions chimiques au sein des roches parcourues par les eaux souterraines, mais on peut invoquer, suivant M. Gaubert, à titre d'explications, les *ébranlements moléculaires* produits par les variations mécaniques et calorifiques longtemps répétées, d'où résulte sans doute un état d'équilibre instable qui peut être favorable à l'excitation de l'activité des affinités chimiques.

Quoi qu'il en soit des facteurs dont le rôle a été mis en lumière par les expériences de laboratoire précitées, la nature dispose largement du *carbonate d'ammoniaque* et de l'*aragonite* dans les stations zoologiques aussi fréquentées que le sont les récifs madréporiques, ainsi que de la *pression* qui dépasse souvent 16 atmosphères au pied de leurs murailles. Si elle est moins large pour la *température*, elle dispose en revanche d'une façon illimitée du *temps*, maître suprême de combinaisons chimiques rebelles à nos procédés de laboratoire qui prétendent obtenir un résultat immédiat, tandis qu'elle n'est pas pressée et n'a nul souci d'obtenir tout de suite un résultat, comme nous tenons à le faire dans nos creusets. Nous ne pouvons encore pénétrer tous ses secrets, mais celui de

1. Ou plutôt très légèrement teinté en jaune en raison de la présence d'une faible proportion de fer dans la roche.

la dolomitisation devient beaucoup moins obscur en reconnaissant : 1° aux ALGUES CALCAIRES le rôle d'*agent transformateur des sels de magnésie* dissous dans l'eau de mer ; 2° aux RÉCIFS MADRÉPORIQUES le double rôle de *support des Algues calcaires* à leur sommet et de *foyer de production de carbonate d'ammoniaque* à leur pied ; 3° au CARBONATE DE CHAUX d'abord sous forme d'ARAGONITE, puis de CALCITE, le rôle de *véhicule* du carbonate de magnésie jusqu'à transformation complète en carbonate double qui est la dolomite ; 5° au TEMPS, son rôle d'élément normal de toute dynamique moléculaire ou autre, et la nature en use à son gré sans compter et sans que nous arrivions toujours à comprendre son action ; si elle aime à agir lentement en toute évolution aussi bien inorganique qu'organique, elle se manifeste le plus souvent à nos yeux de capricieuse façon.

Peu de roches sont en effet plus *irrégulières*, plus *capricieuses* que la *dolomie* qui, en ne mentionnant que celle qui est d'allure manifestement sédimentaire et d'origine sans doute organique, nous apparaît tantôt en masses de plusieurs centaines de mètres d'épaisseur comme dans le Tyrol, tantôt en couches irrégulièrement interstratifiées comme en Seine-et-Oise (Beynes, Mantes, Bonnières), tantôt à l'état de simples strates calcaires ou sableux très magnésifères toutefois comme à Campbon. Les cristaux de dolomite y sont tantôt très manifestes comme dans la plupart des dolomies paléozoïques et mésozoïques, et très apparents encore au milieu des Mélobésies en voie de désagrégation comme dans le calcaire sahélien d'Oran, tantôt à peine perceptibles, réfugiés pour ainsi dire au centre de concrétions de calcite comme dans les strates lutétiennes de Campbon. Les roches tertiaires ne sont pas encore des dolomies complètes, mais pour le devenir, il ne leur reste qu'à subir la lente décalcification qui accroîtra leur teneur en magnésie. D'une façon générale, l'action du temps est capitale, car en aucune dolomie les cristaux de dolomite ne sont plus fréquents, plus gros, plus exclusifs des organismes calcaires que dans celles du Silurien, du Dévonien, voire même du Trias. Toutefois la richesse en cristaux de dolomite comme la teneur en magnésie ne sont nullement proportionnelles à l'âge des roches, car en Oranie elles sont moins élevées dans l'Helvétien et dans le Tortonien que dans le Sahélien ; et même, dans le Bassin de Paris, elles sont encore plus faibles dans le calcaire pisolithique de Vigny, de Montainville et d'Ambleville, bien qu'il soit plus ancien puisqu'il est Montien.

A ces irrégularités dues aux métamorphoses plus ou moins faciles de la dolomite suivant les conditions du milieu de fossilisa-

tion, si l'on ajoute l'action toujours extrêmement lente et irrégulière de la *circulation des eaux souterraines* avec l'adjuvant alternativement répété de l'arrivée ou du départ de l'acide carbonique causes de *redissolutions* et de *recristallisations* de la calcite, on pourra se faire une idée d'ensemble des actions complexes et éminemment variables qui agissent sur les sédiments plus ou moins magnésiens d'origine mélobésienne, pour aboutir aux roches que nous désignons sous le nom global de dolomies sédimentaires.

On ne saurait prétendre que les Algues calcaires possèdent le monopole exclusif de la fabrication de la dolomite, car partout où le milieu marin sera suffisamment riche en carbonate d'ammoniaque, comme en aragonite avec une profondeur d'eau et une température suffisante, le carbonate de magnésie se trouvera dans des conditions favorables à son union avec le carbonate de chaux. Mais la fréquence des gisements de dolomie au voisinage des stations de Polypiers, supports d'Algues calcaires à leur sommet et laboratoires de fabrication de carbonate d'ammoniaque à leur base, est de nature à décerner à ces Algues de nature plus ou moins magnésienne, un rôle très important dans la formation de certaines dolomies. L'exemple des roches tertiaires de Camphon et d'Oran, tel qu'il a été révélé par l'étude microscopique et microchimique, est assez probant pour mettre en lumière l'origine et la genèse de ces roches qui sont suffisamment dotées en magnésie sous la forme de cristaux de dolomite, pour devenir avec le temps et par l'action de cristallisations secondaires successives, de véritables dolomies. Et c'est précisément parce que les Algues corallicoles remplissent fréquemment les conditions chimiques et physiques de l'origine et de la genèse de la dolomite, qu'elles doivent être considérées comme un foyer de prédilection de la production de la *dolomie*. Si l'on ne trouve plus traces des organismes transformateurs de la magnésie dans les dolomies anciennes, la cause doit en être attribuée aux multiples dissolutions et cristallisations, parmi lesquelles doit entrer en première ligne de compte, le phénomène de la décalcification très fréquent dans les roches calcaires. Ces actions secondaires, lentes et capricieuses, qui sont dues à la circulation des eaux souterraines, si irrégulières soient-elles, sont éminemment aptes à augmenter la teneur en magnésie et par conséquent à enrichir la nature dolomitique des roches au fur et à mesure de leur âge géologique. Elles ont été maintes fois décrites par M. Stanislas Meunier qui a développé brillamment dans plusieurs ouvrages¹, ainsi que dans son cours de Géologie au Muséum d'Histoire na-

1. STANISLAS MEUNIER. La Géologie générale, 1909, etc.

5 mars 1915.

Bull. Soc. géol. Fr., XIV. — 19.

relle, cette thèse, que les roches sédimentaires, telles que nous les observons, ne sont nullement aujourd'hui à l'état où elles ont été déposées, mais qu'elles ont été profondément modifiées depuis leur origine par les actions chimiques développées au cours des âges grâce à la circulation des eaux souterraines. L'exemple de la dolomitisation dont les phases ont été décrites ci-dessus, semble mériter d'être ajouté à ceux qu'il a cités.

Les redissolutions de la calcite, le plus soluble des trois carbonates que peuvent former la chaux et la magnésie, déterminent, entre autres phénomènes, la formation de l'argile à silice et celle de cavités souterraines dans les massifs calcaires. Les recristallisations produisent les nombreuses géodes qui tapissent les menues crevasses des roches, comme aussi les stalactites et stalagmites des grottes. Le carbonate de magnésie et même la dolomite qui est le moins soluble de ces trois carbonates, sont repris dans des actions secondaires et fournissent de la magnésie dans des couches où on ne s'attendait guère à le voir réapparaître, comme M. Dollfus l'a révélé pour la marne verte supérieure au gypse ¹.

L'agent transformateur, le puissant intermédiaire de ces métamorphoses répétées, est l'*acide carbonique* qui existe dans l'air et, dissous, dans les eaux douces et marines, et dont la quantité s'accroît prodigieusement par la formation du carbonate d'ammoniacal dans les amas d'animaux vivants qui s'accumulent par places sur les fonds devenus ainsi d'actifs laboratoires, berceaux de nombreuses réactions parmi lesquelles il faut compter la dolomitisation. Sa propriété de dissoudre la calcite par la formation d'un bicarbonate éminemment soluble, lui assigne à travers les strates un rôle universel sous la forme d'un cycle qui ne se ferme que pour renaître : il arrive sur le sol avec l'eau tombant des nuages, il y dissout le carbonate de chaux qu'il étale dans les alluvions, pénètre sous cette forme à travers les sédiments, soit par porosité, soit par les crevasses des roches, y engendre des dissolutions répétées, jusqu'à ce que son dégagement, cause de recristallisation, détermine son retour dans l'air où il est repris par l'eau des pluies. Il boucle ainsi la boucle qu'il recommence indéfiniment. De même l'eau qui lui sert de véhicule, parcourt son cycle depuis la formation des nuages générateurs des pluies, puis le long de son parcours à travers sources, ruisseaux, rivières, fleuves, lacs ou mers, roches poreuses ou fissurées jusqu'à ce que son évaporation reconstitue les nuages pour recommencer son cycle grandiose et éternel.

1. Séance du 6 avril 1914 de la Société géologique de France.

IV. — DOLOMIES ET BACTÉRIES CORALLIQUES

1. *Phases de la dolomitisation.*

Je me suis proposé de faciliter aux géologues parisiens la vérification des observations que j'ai signalées antérieurement¹ au sujet de champs de Mélobésies et d'amas consécutifs de dolomite à Oran et à Camphon, gisements peu accessibles pour eux.

Une excursion aux faluns de la région de Doué-la-Fontaine sous la conduite de M. Welsch, doyen de la faculté des Sciences de Poitiers, m'a tout d'abord permis d'étudier le célèbre gisement des *Haguinaux*, près de Brissac (Maine-et-Loire). Dans l'épaisseur des lits de débris d'Oursins et d'innombrables et magnifiques Bryozoaires, se trouve une couche formée de boules de Mélobésies juxtaposées; le fond de la carrière est constitué par un calcaire cénomaniens à *Ostrea columba*. L'analyse de ces *Algues calcaires et de leur substratum*, (comme celles qui vont suivre) est due à notre confrère le colonel Azéma. Elle a fourni les résultats suivants.

	Mg CO ³	Ca CO ³
Mélobésies.....	3,85	87,70
Substratum.....	2,34	78,20

Le substratum est un peu moins riche que les boules végétales en carbonate de magnésie, car le rapport de ce carbonate à 100 de carbonate de chaux est de 4,3 pour la Mélobésie et de 2,9 pour le calcaire sous-jacent. Cette proportion est du même sens, par conséquent, que la constatation que j'ai faite précédemment dans le gisement d'Auvers où cette teneur est de 2,23 pour le Polypier magnésifère (*Madrepora Solanderi*) et 0,6 pour un banc de grès intercalé dans le sable coquillier, tandis que la proportion inverse a été constatée entre le champ de Mélobésies helvétique d'Oran et le calcaire jurassique sous-jacent (les chiffres correspondants sont de 41 pour le premier et 51 pour le second). Le phénomène d'*imbibition du substratum* des stations de Mélobésies se présente donc au point de vue quantitatif, dans des conditions très variables suivant les gisements.

J'ai continué ces recherches plus près de Paris, dans la région occidentale (en Seine-et-Oise) qui présente la particularité de la

1. B. S. G. F., (4), XIII, 1913, séances des 3 novembre et 15 décembre 1913.

présence de bancs de *dolomie* intercalés dans la craie *sénonienne*, au voisinage de 3 gisements montiens de *calcaires pisolithiques* riches en Mélobésies et disposés sur une ligne de 20 kilomètres (Montainville, Flins, Ambleville). Cette coïncidence serait sans doute beaucoup plus frappante si les coupures du sol qui mettent la craie à nu étaient plus nombreuses, et si l'on ne devait penser qu'une grande partie des récifs madréporiques dont les lambeaux de calcaire pisolithique sont les témoins, a été enlevée par l'érosion thanétienne. Quoi qu'il en soit, je n'ai pu voir le contact du Sénonien et du Montien, ni à Montainville, ni à Ambleville et pour trouver un horizon susceptible d'être considéré comme substratum magnésien du Montien, il a fallu le chercher dans des talus de la craie à Beynes et dans les falaises de la rive gauche de la Seine, de Mantes à Bonnières. Entre le calcaire pisolithique à Mélobésies de Montainville et la dolomie sénonienne de Beynes, la distance n'est après tout que de 3 kilomètres et demi. Le tableau suivant indique la teneur en carbonates de chaux et de magnésie de ces divers gisements :

		Mg CO ³	Co CO ³	
Calcaires pisolithiques	Montainville...	1,80	97	Le complé- ment à 100 est de na- ture rési- duelle.
	Ambleville.....	1,55	98,20	
Dolomie de Beynes	Roche blonde très compacte...	10,19	88,25	
	Roche blanche assez compacte.	13,14	85,45	
	Roche blanche à demi-pulvéru- lente.....	44,94	54,26	
Dolomie de Bonnières (blonde et pulvé- rulente)		42,02	57,47	

La *proportion* de carbonate de magnésie par rapport au carbonate de chaux entre les champs de Mélobésies et les dolomies voisines est ici beaucoup plus forte qu'aux Haguinaux, toutefois on doit remarquer que celle des dolomies de Beynes qui est la moins riche (10, 19) est intermédiaire entre celle qui est la plus riche (44,94) et celle du substratum des Haguinaux (2,34), elle se rapproche davantage de cette dernière que de celle de Beynes qui provient cependant du même banc, à quelques mètres seulement de distance horizontale.

De cet examen on est en droit de penser que la proximité des champs de Mélobésies et du substratum de craie sénonienne autorise à considérer les premiers comme les foyers de productions de dolomie, mais que l'abondance de la dolomie dans le substratum est un phénomène d'imbibition d'intensité éminemment variable.

L'irrégularité de ces amas dolomitiques aussi bien en position géographique qu'en composition chimique n'est du reste pas plus surprenante que ne le sont les caprices de la *décalcification* et de la *recalcification*. Ainsi, à Vigny, le calcaire pisolithique présente, par taches, des fossiles tout autant enveloppés de carbonate de chaux que s'ils sortaient d'une source incrustante comme il en existe en Auvergne, et en face de Montainville un banc de la carrière de calcaire pisolithique de la rive droite de la Maulde est pétri de débris spathiques d'Echinodermes. Tout au contraire, à une autre carrière de la rive gauche du ruisseau au bas de Montainville, la grande majorité des fossiles ont perdu leur test et n'apparaissent plus que par l'empreinte extérieure et par le moulage de l'intérieur de la coquille, ainsi que d'Orbigny l'avait déjà remarqué il y a plus d'un demi-siècle¹. Voilà ainsi, dans le même gisement, des nids de calcite proches voisins de parties partiellement décalcifiées. Qu'est donc devenu ce carbonate de chaux émigré? Assurément la circulation souterraine des eaux l'a entraîné plus bas. Jusqu'où? La région ne fournit pas assez de coupes pour le préciser, ou bien n'a-t-on peut-être jamais cherché à le savoir. Mais, dans le voisinage, dans une falaise crayeuse de la rive gauche de la Seine, à Rolleboise (entre Mantes et Bonnières), notre confrère M. Colas m'a montré, au milieu des couches de craie, un long banc de 0,15 d'épaisseur environ entièrement formé de superbes scalénoèdres de calcite. Si donc il y a eu décalcification quelque part dans le voisinage, ici au contraire il y a eu une condensation de carbonate de chaux assez intense pour donner lieu à une remarquable cristallisation.

La calcite est ainsi foncièrement nomade, la raison en est due à l'humeur vagabonde de l'acide carbonique qui s'évapore et se dissout avec la même facilité; il n'est donc pas surprenant que la dolomie obéisse aux mêmes caprices. Les variations qui s'accusent dans le tableau ci-dessus confirment cette particularité puisqu'elles relatent, dans le même niveau et côte à côte, des teneurs de magnésie qui passent du simple au quadruple. Ce même tableau fait encore ressortir (est-ce une coïncidence fortuite?) que la roche est d'autant plus riche en magnésie que la gangue est moins compacte, comme si le travail de la décalcification facilitait celui de la dolomitisation. Pour

1. Pour arriver à reconstruire la faune de ce gisement aussi riche en Mollusques qu'en Polypiers et en Mélobésies, d'Orbigny a patiemment exécuté des moulages, et après plusieurs mois de recherches et de comparaisons minutieuses, il est arrivé à reconstituer les formes des espèces dont il a donné la liste (B. S. G. F., séance du 21 janvier 1850).

expliquer la formation de rognons durs de dolomie tels que les « têtes de chat » fréquentes dans les caillasses du calcaire grossier, il faut admettre une *remise en mouvement* de la dolomite dans la roche pulvérulente, et son groupement par rognons successifs de la même façon que les grès de Fontainebleau se sont formés au milieu des sables par invasion d'abord de la calcite, puis de la silice. Dans ces gisements sénoniens, la dolomie se présente avec le caractère d'une *formation secondaire*, postérieure même à la formation des silex de la craie, car elle entoure ceux-ci; bien plus, deux de nos confrères, MM. Colas et Rambaud m'ont signalé des têtes de chat dolomitiques dont le noyau n'est autre chose qu'un rognon de silex. On doit conclure de ceci que la dolomie, comme la calcite, s'accommode de remises en mouvement à plusieurs reprises depuis sa naissance jusqu'à sa maturité.

Ces observations sont à la portée de tous les géologues parisiens qui peuvent voir les plages de cristallisation autour des fragments de Mélobésies dans le calcaire pisolithique, qui peuvent aussi, soit par les *colorants* (nitrate de cuivre ou chromate d'argent) soit par les *dissolvants* (acide chlorhydrique au 1/50, acide formique, etc.) reproduire eux-mêmes la démonstration de la sorte d'*épigénie* que M. Cayeux a mise en évidence sur les préparations d'Oran et de Campbon. Il n'est même pas besoin de recourir à la taille de la roche en plaques minces, il suffit de détacher simplement au couteau quelques menus grains de la roche et de les examiner au microscope; on y constatera facilement ce que révèlent les préparations (pl. IX.).

M. le professeur Lacroix qui a bien voulu m'ouvrir toute grande la porte du laboratoire de minéralogie du Muséum, avait déjà fait remarquer, dans sa description ¹ de la dolomite de Beynes que « les rhomboèdres de dolomite s'y distinguent du magma cristallin de calcite, en ce qu'ils sont toujours *automorphes*, plus ou moins enchevêtrés, laissant entre eux des cavités remplies par des plages de calcite. C'est exactement ce que j'avais constaté dans les coupes minces du calcaire sahélien d'Oran et ce qui ressort également des figures 4 à 6 de la planche IX. La figure qu'en donne le savant minéralogiste et qui représente ces rhomboèdres vus à la lumière polarisée parallèle, reproduit l'aspect opaque de leurs noyaux de calcite mis plus tard en évidence grâce à l'emploi des colorants par M. Cayeux et visibles dans la figure 2 du texte ci-dessus ainsi que sur les planches VIII (fig. 4) et IX (fig. 4 et 5).

1. LACROIX. Minéralogie de la France et de ses Colonies, t. III, (1901-1909).

Les figures 1, 2 et 3, de la planche IX sont consacrées à la représentation vraiment saisissante d'un *champ de Mélobésies du calcaire pisolithique* de Montainville. La figure 1 représente un coin de ce captivant tableau : on y voit le bord circulaire de la loge centrale d'un Foraminifère (voisin des Rotalines d'après M. Douvillé), paré d'une couronne de cristaux dont le plus beau fleuron est un gros *rhomboèdre* légué sans doute par les végétaux magnésifères comme au Sahélien d'Oran. D'autres de ces rhomboèdres surgissent en saillie au milieu d'un fouillis de cristaux de calcite, soit entre les intervalles des fragments de Mélobésies, soit sur le bord frangé de leurs cellules en voie de désagrégation : il se trouve même qu'un de ces fragments affecte la forme d'une *corne d'abondance* d'où s'égrènent cellules et cristaux à la façon d'une gerbe de fruits et de pierres fines. La figure 2 donne l'agrandissement de cet extraordinaire spectacle et la figure 3 reproduit un lot de rhomboèdres de dolomite étalés dans tout leur éclat et dans leur automorphisme sur un amas confus de cristaux de calcite ; si on le contemple au microscope sous un fort éclaircissement, on ne peut se défendre de le comparer à un brillant étalage de bijoutier.

La pénétration manifeste de la dolomite dans la profondeur de ce Foraminifère perforé explique clairement la présence du carbonate de magnésie que l'analyse chimique avait révélée dans le tissu très poreux du *Madrepora Solanderi* d'Auvers et que j'ai citée précédemment.

L'affluence des Mélobésies dans ce gisement de Montainville est vraiment fabuleuse. Sur la plaque mince d'où a été tirée la figure 1 de la planche IX, on en compte *plus de 100 par centimètre carré*, c'est-à-dire 1 million par mètre.

Quant aux rhomboèdres de dolomite de Beynes localité si voisine du gisement des Mélobésies de Montainville, le rapprochement des figures 2 et 3, qui concernent ce dernier, avec les figures 4, 5 et 6 du premier, fait ressortir une similitude frappante entre les cristaux de dolomite depuis leur éclosion sporadique sur le bord des franges du tissu mélobésien en voie de désagrégation, jusqu'à leur groupement plus dense dans la roche franchement dolomitique. La disposition de ces 5 figures de la planche IX permet de suivre comme sur un film de cinématographe, la genèse de ces rhomboèdres jusqu'à leur maturité, et l'on ne peut guère se refuser à reconnaître que les derniers *ressemblent aussi fidèlement à leurs aînés que des fils peuvent ressembler à leur père* : ce sont là de vrais tableaux de famille assurément fort suggestifs et de nature, semble-t-il, à entraîner les convictions sur le mode de formation des dolomies sédimentaires.

En résumé, le phénomène de la dolomitisation des roches tertiaires précédemment étudiées, se déroule en trois phases principales :

1° *Production originelle* de carbonate de magnésie et de dolomite amorphe ou cristallisée dans les champs de Mélobésies.

2° *Imbibition progressive* de ce carbonate dans le substratum avec pénétration moléculaire centripète de la calcite, véhicule fréquent de la dolomite à sa naissance.

3° *Concentration secondaire* de la dolomite, par remise en mouvement, en nodules dont la teneur en magnésie s'enrichit par la décalcification de la roche jusqu'à ce qu'elle réalise la dolomie normale (44 de $Mg CO_3$ pour 56 de $CaCO_3$).

Les phénomènes d'imbibition et de concentration, pour être constants dans leur ensemble, n'en sont pas moins aussi *irréguliers* dans le détail que ceux de décalcification et de recalcification ; si donc les géologues constatent depuis longtemps l'irrégularité de la structure et du gisement des dolomies, la cause en est originelle et inverse de la régularité normale des strates sédimentaires.

2. Action des bactéries dénitrifiantes.

J'ai émis plus haut cette opinion qu'il devait exister une relation intime entre la formation de la dolomite et la désagrégation des Mélobésies ; j'ai signalé en conséquence celles-ci comme agents transformateurs des sels de magnésie contenus dans l'eau de mer, et par suite comme une source directe de la dolomite. M. Cayeux a émis une autre opinion qui consiste à n'accorder aux Algues calcaires qu'un rôle d'attraction purement neutre, comme celui des spicules d'éponges lors de la formation des silex sédimentaires. Ces deux opinions peuvent se résumer en ces deux mots d'*active diffusion* ou d'*attraction passive*¹. Elles apparaissent donc comme diamétralement opposées, absolument inconciliables, et il ne semble pas tout d'abord qu'il soit possible ni de prendre une moyenne ni encore moins de les satisfaire toutes deux à la fois.

Cependant, à y mûrement réfléchir, il semble qu'elles peuvent n'être définitives ni l'une ni l'autre et que, si elles paraissent si nettement opposées, la raison en est sans doute qu'elles ne sont pas

1. On verra plus loin qu'on pourrait autrement comprendre l'*attraction* jouant alors un rôle plus actif qui implique la concentration d'êtres vivants dirigeant intentionnellement leurs mouvements vers un objectif alimentaire avidement poursuivi.

suffisamment complètes et qu'elles ne parviennent pas telles quelles à expliquer tout le phénomène de l'origine de la dolomie. Elles se présentent moins en rivalité qu'en convergence vers le but, s'en rapprochant sans l'avoir encore atteint. A la première, on a reproché l'insuffisance des Mélobésies existantes comme source totale de la production de la magnésie, bien que j'aie fait valoir l'entrée en ligne de compte de la magnésie résultant des Mélobésies disparues ainsi que la qualité propre à la substance minérale d'être chimiquement indestructible et susceptible de survivre à la désagrégation des tissus végétaux magnésifères. D'autre part, la seconde opinion qui attribue un rôle purement passif aux Mélobésies à la façon des centres neutres d'attraction des spicules d'Éponge dans la formation des lits de silex de la craie, ne me paraît pas une solution complète, car elle n'explique pas la *transformation* en carbonate des sels de magnésie (chlorure, sulfate, bromure) contenus dans l'eau de mer : cette action purement de contact ne pourrait, ce me semble, se concevoir que par l'invocation d'une force catalytique qu'il faudrait expliquer. Si le secret de la transformation de ces sels en carbonate qui donne la clef de la genèse de la dolomie, réside dans une autre cause, celle-ci ne peut être que d'un ordre plus général parant d'un seul coup aux objections formulées de part et d'autre. Mais où le découvrir ?

Et tout d'abord il importe de dégager du problème une donnée qui s'impose, à savoir la *présence de nombreux et superbes rhomboèdres de dolomie autour des fragments de Mélobésies en état de désagrégation* ainsi qu'il ressort clairement de la figure 2 du texte ainsi que des figures 1, 2 et 3 de la planche IX. Ces cristaux-là sont assurément autochtones, car la régularité de leur agencement implique nécessairement leur formation sur place : les deux carbonates de chaux (aragonite, puis calcite) et de magnésie sécrétés par les cellules mêmes de l'Algue calcaire et libérés par la dissociation des cellules végétales qui ont leur maximum d'affinité à l'état naissant, sont ainsi tout prêts pour l'éclosion des rhomboèdres du carbonate double ; c'est cette solution du problème de la dolomitisation que j'ai développée. Il resterait alors à expliquer la formation de la dolomie *amorphe* qui s'étale *éparse* à travers les champs de Mélobésies envahissant progressivement la calcite (fig. 1, 2 et 4 du texte, fig. 4 et 5 de la planche IX) jusqu'à l'en expulser plus ou moins complètement (fig. 4, planche VIII et fig. 6, planche IX). C'est sans doute cette forme qui aboutit aux rhomboèdres secondaires (fig. 4, 5 et 6, planche IX) des roches magnésiennes et dont j'avais déjà

expliqué la présence dans le Sahélien d'Oran, par l'excès de carbonate de magnésie provenant des *Mélobésies disparues* soit par action mécanique soit par décomposition totale, et flottant autour des Mélobésies conservées par la fossilisation. Si rationnelle que m'ait semblée cette explication, je ne puis cependant trop contester qu'il ne puisse exister d'autre source de production de la dolomie et j'ai cherché à invoquer quelque agent assez riche en acide carbonique pour présider à la combinaison des deux carbonates de façon à faire ainsi affluer la dolomie amorphe ou cristallisée en quantité suffisante pour donner un corps à cette solution. Le carbonate d'ammoniaque que j'ai signalé ci-dessus comme un des facteurs importants d'une réaction génératrice de dolomite semble réaliser amplement cette condition.

Il se dégage généralement des fermentations et j'en ai signalé l'abondance au pied des murailles madréporiques, véritable charnier farci des dépouilles des êtres qui grouillent dans ses abris. Ce sel est un composé éminemment nitreux, et sa décomposition qui libère l'acide carbonique père à la fois des carbonates de chaux et de magnésie, n'est qu'un cas particulier de la *dénitrification*, un des phénomènes les plus généraux et les plus importants de la nature. Or les agents actifs de la dénitrification à l'air libre ne sont autres que les *bactéries* dont l'action consiste à convertir successivement les nitrates en nitrites puis en sels ammoniacaux dont l'azote finit par se dégager, soit à l'état de bioxyde puis de protoxyde, soit libre comme produit ultime de la réaction chimique. Inversement, il existe des bactéries nitrifiantes (la Nature tient en réserve des bactéries pour toutes les besognes de décomposition et de recomposition des tissus organisés) qui font parcourir à l'azote de l'air le cycle inverse, et c'est à ce genre d'action qu'est due la fixation de cet élément sous la forme de nitrates sur certaines plantes, par exemple les Légumineuses¹.

Il en est de même dans les mers où la présence de bactéries nitrifiantes et de bactéries dénitrifiantes a été dûment constatée par les océanographes. Ces dernières qui se rattachent plus spécialement à l'origine de la dolomie, ont été trouvées à plusieurs

1. Ces bactéries humicoles sont connues sous le nom d'*azotobactes*. Il en existe beaucoup d'espèces fixatives des genres *Clostridium*, *Bacillus*, *Nitrobactes*, etc. aérobies ou anaérobies qui vivent en symbioses sur les racines des plantes aériennes. De même il existe des bactéries anaérobies dénitrifiantes exerçant sur les milieux azotés une action réductrice par hydrogénation, captant l'oxygène et libérant l'azote. Exemples : *Bacillus denitrifans*, *Proteus vulgaris*, *Tyrophthrix procephalus*, etc., agents de désagrégation moléculaire des albuminoïdes soit directement, soit par l'intermédiaire des diastases.

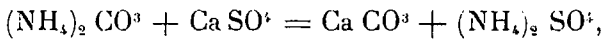
reprises : par Baur dans la baie de Kiel (1911), puis par Grau sur les côtes d'Allemagne, par Feitel et Brandt dans la Baltique. L'abondance et même la simple présence des bactéries dénitrifiantes dépendent étroitement de la température, car, au-dessous de 13° (température qui règne même dans les mers chaudes à partir de 500 m. de profondeur), elles disparaissent à peu près complètement. Cette particularité explique la prodigieuse accumulation dans les mers froides, de plancton en excédent faute d'agent dénitrifiant ; le phytoplancton trouve grassement à y vivre des organismes en décomposition et alimente en conséquence un zooplancton tellement exubérant qu'il forme des bancs flottants immenses et épais appelés « soupe noire » par les matelots. C'est une véritable purée grouillante de Copépodes, Céphalopodes, Ptéropodes, etc. ¹. Dans les mers chaudes au contraire, la dénitrification est beaucoup plus active grâce à l'abondance de bactéries anaérobies qui entraîne la diminution des engrais favorisés du plancton : le jeu fatal et universel de l'équilibre de la Vie et de la Mort y est plus strictement compensé que dans les mers froides ou même tempérées.

Les études océanographiques sont suffisamment avancées pour qu'on se rende compte assez exactement de l'action des bactéries dénitrifiantes dans le sein des mers, mais elles n'avaient jusqu'alors porté que sur les migrations de l'azote dans ces combinaisons, sans viser les *sous-produits*, c'est-à-dire les résidus de ces réactions chimiques. Or, un jeune bactériologiste anglais plein d'avenir, mais trop tôt victime de son dévouement à la science, M. Drew, les a reprises récemment à ce dernier point de vue. Il a été frappé de l'abondance de bactéries dénitrifiantes dans les mers chaudes et en particulier autour des récifs madréporiques de la guirlande d'îles (connues sous le nom de Cays) qui prolongent la pointe méridionale de la Floride, ainsi qu'aux abords des îles Bahama qui en sont voisines (on y compte 15000 colonies et plus par centimètre cube, chacune d'elles comptant un grand nombre de ces êtres minuscules), et il a rapproché ce fait de l'abondance des boues calcaires ² qui couvrent le fond de la

1. D'après M. Gravier, cet excès de zooplancton explique le gigantisme de beaucoup d'habitants des mers froides : par exemple un Tunicier (*Ascidia julinia*) développe ses colonies en une chaîne qui atteint 40 m. de longueur — des Annélides polychètes (*Lactonotomice producta*, *Flabelligera mundata*) ont une taille de 5 à 6 fois supérieure à celle des animaux de cette classe. On peut ajouter, me semble-t-il, l'exemple de la Baleine le géant des animaux actuels, qui affectionne le séjour des mers froides où elle trouve en abondance le genre de nourriture que lui imposent ses fanons.

2. Ces boues lui ont fourni jusqu'à 35000 colonies, soit 160 000 000 de bactéries par centimètre cube.

mer dans ces régions. Il s'est alors livré à des études très complètes sur la dénitrification des composés azotés et en particulier du *carbonate d'ammoniaque*. La réaction suivante

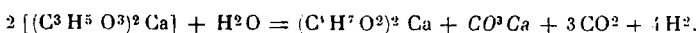


a été prise comme base de ses intéressantes recherches : elle met en évidence le sulfate d'ammoniaque qui, en dernière analyse et comme résidu ultime de la dénitrification, libère l'azote et le soufre (celui-ci, se combinant à l'état naissant avec l'hydrogène de l'ammoniaque, fournit de l'hydrogène sulfuré dont l'odeur caractéristique émane parfois de ces boues calcaires) tandis que le carbonate de calcium doit se précipiter¹.

Il va de soi que tout dépôt intensif de carbonate de chaux exclut la mise en liberté de l'acide carbonique, sans quoi la décalcification surviendrait et s'opposerait à l'accumulation du carbonate de chaux. L'excédent d'anhydride qui ne manque pas de se dégager de la réaction dénitrifiante doit en conséquence subir une réduction : or, celle-ci est précisément l'occasion initiale de la dénitrification, car si les bactéries anaérobies attaquent si vigoureusement les produits organiques dans les fonds de mer, ce n'est assurément pas pour libérer l'azote et se ménager le prix d'une symbiose qui ne paraît pas exister en mer comme à l'air libre, mais bien pour se procurer avidement la provision d'oxygène et de substances hydrocarbonées dont elles ont besoin pour vivre et prospérer comme elles savent le faire à l'abri des coraux.

M. Drew² a opéré dans ce sens pour l'Institut Carnegie de Washington aux laboratoires des îles de *Tortugas* un des atolls des cays floridiens et d'*Andros* dans les Bahama. Il a recueilli dans des récipients dûment stérilisés de nombreux échantillons d'eau de mer de diverses profondeurs, qui lui ont fourni de nombreux spécimens de bactéries dénitrifiantes. Il a exploité celles-ci dans des *cultures* variées, généralement à base de « peptone-agar » (l'agar est une gelose tirée d'une Algue rouge)

1. Cette réaction origine de dépôt calcaire au fond des mers, n'a rien de surprenant car on en connaît d'analogues à l'air libre, par exemple la fermentation butyrique sous l'action du *Bacillus amylobacter*, anaérobie également, s'exerce d'après la formule suivante :



Le tartre dentaire est également le produit calcaire d'une réaction bactérienne. Les *Cladothrix* sont aussi des bactéries qui possèdent la propriété de précipiter les sels de chaux.

2. Papers of GEORGE HAROLD DREW (extracted from publication n° 182 of the Carnegie Institution of Washington, 1914).

qu'il a nourries au moyen de divers sels de potassium et de calcium (nitrate, malate, succinate, acétate) ajoutés méthodiquement à l'eau de mer¹. Il a constaté la prodigieuse vitalité de ces bactéries et la rapidité du phénomène de la dénitrification. Les réactions carbonatées lui ont fourni un *précipité de carbonate de calcium* sous la forme d'un nuage blanc qui finissait par former un dépôt tout à fait semblable à la boue calcaire provenant de ces fonds de mer. Certaines de ces cultures produisent en abondance un résidu laiteux tapissant les parois des récipients et constitué par des cristaux minuscules de calcite : ceux-ci se groupent à la surface du liquide autour de bulles de gaz qu'elles entraînent au fond du vase, en formant des sphérolites creux qu'on ne peut manquer de rapprocher des granules de calcite à noyau de dolomite rhomboédrique que j'ai signalés précédemment dans « la pierre brune » de Campbon (fig. 1). La formation de ces « curious bodies » est spécialement active dans un milieu de succinate de calcium additionné de *0 gr. 2 de tartrate de magnésie* par litre. On ne peut s'empêcher de reconnaître combien on est près ainsi de la formation du carbonate de magnésie que M. Drew aurait sans doute découverte s'il avait été moins parcimonieux de son sel de magnésie. Quoi qu'il en soit, hypnotisé par la découverte du mode de formation de la boue calcaire des fonds madréporiques, son attention s'est portée exclusivement sur le sel de calcium, et, en conséquence, il a nommé *Bacterium calcis* la bactérie dénitrifiante qui lui avait procuré ce beau résultat qu'il a confirmé par l'extraordinaire pullulement de ces bactéries dans cette boue calcaire de nature inorganique, véritable linceul du fond de la mer autour des atolls floridiens.

En outre du *Bacterium calcis*, M. Drew a constaté l'existence d'une autre bactérie plus petite, moins fréquente, aérobie, vivant chichement sur les matières azotées mais sans les dénitrifier. La première est la seule qui nous intéresse, car, en règle générale, dans la mer comme sur terre, les bactéries anaérobies sont beaucoup plus avides d'oxygène que les autres, elles exercent un pouvoir fermentescible plus puissant et poussent plus loin la désagrégation des substances azotées, et ce pouvoir augmente considérablement avec la température : sous leur action énergique, les nitrates commencent par se transformer en nitrites qui laissent partir l'azote d'abord sous la forme de bioxyde, puis de protoxyde, finalement à l'état libre, — toute la gamme ! C'est préci-

1. Le peptone, produit albuminoïde, fournissait l'azote dans ces réactions, tandis que les acides des sels employés sont des produits carbonés.

sément dans la plénitude de cette réaction par cascade qu'est le secret de la multiplication prodigieuse et rapide de ces bactéries dans les mers chaudes, car M. Drew prélevait ses colonies dans les eaux les plus chaudes du globe, puisqu'il les puisait sur le bord même de l'immense chaudière naturelle qui alimente le Gulf Stream. Il va de soi qu'un milieu moins propice donnerait lieu à des réactions amoindries, c'est-à-dire que l'intensité de la dénitrification est fonction à la fois de l'abondance des détritiques organiques, de la température comme de la pression et par conséquent qu'elle est de nature absolument ondoyante et diverse. Telle est la première des causes du caractère capricieux des dolomies que j'ai déjà souligné ; la seconde cause est attribuable à la fantaisie de l'acide carbonique dont la dissolution ou le dégagement provoque les calcifications ou décalcifications, les dolomitisations ou dédolomitisations des deux carbonates également soumis à ces fluctuations initiale ou secondaire.

M. Drew espérait bien ne pas s'en tenir là. Il avait projeté de faire partie d'un voyage scientifique d'exploration au détroit de Torrès, une des contrées du globe les plus riches en récifs madréporiques. Il est probable qu'à l'explication bactérienne de l'origine de la calcite, il eût ajouté celle de la formation de la dolomite, car les analyses des sondages du substratum du petit atoll de Funafuti l'auraient mis sur la voie de l'importance de la magnésie aux abords de ces récifs gigantesques. Mais la mort dont il avait contracté les germes sous le ciel torride de la Floride, ne lui permit pas de continuer ces captivantes recherches. Toutefois, avant de s'éteindre il put encore (indice révélateur de ses préoccupations déjà amorcées à l'égard du rôle de la magnésie) envoyer au laboratoire géophysique de Washington, des échantillons de quelques-unes de ses cultures. Or, l'une de ses préparations a donné lieu, de la part de M. Wright, à une analyse singulièrement suggestive et digne d'être textuellement citée : « Le précipité d'une culture composée de 2 gr. de succinate de calcium, 0 gr. 2 de *tartrate de magnésium*, 0 gr. 5 de nitrate de potassium dans 1000 cmc. d'eau de mer, consiste principalement en un *agrégat cryptocristallin d'une substance faiblement réfringente dont l'indice de réfraction est d'environ 1,52 ou 1,53*. Cette substance était trop ténue pour être l'objet d'une détermination précise. Des paillettes rondes et irrégulières d'une seconde substance fortement réfringente qui dégage du CO_2 quand elle est traitée par l'acide chlorhydrique dilué, flottent éparées : c'est probablement de la calcite ». La seconde substance s'est trouvée être non de la calcite, mais de l'ara-

gonite¹ ; car, en répétant plus tard cette expérience, M. Wright l'a traitée par le nitrate de cobalt et il a vu se former la teinte rouge caractéristique de l'aragonite, comme je l'ai indiqué précédemment en opérant sur des *Mélobésies* vivantes². Quant à la première de ces substances, différente du carbonate de calcium, elle paraît devoir être un sel de magnésium comme semblent l'indiquer l'indice de réfraction et le degré de réfringence. Mais est-ce le précieux carbonate de magnésium que je poursuis de mes recherches ? On ne saurait positivement l'affirmer par cette raison donnée par M. Wright que la dose de magnésium (2/10 000) introduite dans la liqueur était insuffisante pour qu'on puisse préciser la nature du précipité. Malheureusement ni Drew ni son chimiste n'ont eu l'idée de recourir aux *colorants*, comme M. Cayeux l'a fait avec succès, et c'est faute d'avoir pris ces deux précautions que ni Drew ni M. Wright n'ont pu arriver à découvrir le carbonate de magnésium.

Il est cependant tout à fait naturel que les bactéries dénitrifiantes qui précipitent la calcite opèrent de même pour la magnésie, car leur action ne s'attaque qu'à l'azote, et l'acide carbonique ainsi libéré n'a pas de raison pour choisir le calcium de préférence au magnésium. Dans la formule $(\text{NH}_4)_2 \text{CO}_3 + \text{Ca SO}_4 = \text{Ca CO}_3 + (\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$, il suffit de remplacer Ca par Mg et en réalité c'est ce qui doit avoir lieu pour deux raisons : d'abord parce que le carbonate de magnésie étant *moins soluble*³ que le carbonate de chaux, doit se précipiter le premier suivant la loi constante des solubilités, ensuite parce que les sels de magnésium contenus dans l'eau de mer sont de 4 à 5 fois supérieurs en poids aux sels de calcium ainsi que l'indique le tableau suivant⁴ :

1. Il n'est pas inutile de rappeler que l'aragonite se prête mieux que la calcite à la formation de la dolomite (KLEMENT).

2. C'est la réaction de Mayen.

3. L'insolubilité relative de l'hydrate de magnésium et par conséquent du carbonate de magnésium, par rapport à celui de calcium, s'atténue considérablement à froid et en présence d'un sel ammoniacal, mais elle se rétablit par l'élévation de la température et par l'addition d'ammoniaque libre (TREADWELL-GOSCINNY : *Traité d'analyse quantitative*, 1910). Or, ce dernier cas se réalisait pleinement dans les cultures de M. Drew qui dégageaient déjà de l'ammoniaque au bout de 38 heures ; quelques heures plus tard, l'ammoniaque lui-même s'était dissocié par la libération de l'azote, la culture devenant alors purement carbonatée, le rapport d'insolubilité des deux carbonates redevenait normal, c'est-à-dire favorable à la précipitation plus rapide du carbonate de magnésium, quand on respecte bien entendu le dosage naturel de ces deux carbonates ce que n'avait pas fait Drew.

4. SIR JOHN MURRAY et JOHAN HJORT. *The depths of the Ocean* (1912).

<i>Composition de l'eau de mer.</i>		P. 100 de toutes les matières solubles.
Chlorure de Sodium, Na Cl.....	27,243	77,76
Chlorure de Magnésium, Mg Cl ²	3,807	10,80
Sulfate de Magnésium, Mg SO ⁴	1,658	4,74
Sulfate de Calcium, Ca SO ⁴	1,260	3,60
Sulfate de Potassium, K ² SO ⁴	0,863	2,46
Carbonate de Calcium, Ca CO ³	0,123	0,34
Bromure de Magnésium, Mg Br ²	0,076	0,22
	35,000	100,00

On peut enfin ajouter que le carbonate d'ammoniaque composé de deux corps volatils est, parmi tous les sels nitreux, un de ceux qui se prêtent le mieux à la fois à l'action des bactéries dénitrifiantes et au dégagement de l'acide générateur du carbonate de magnésium. Et le carbonate d'ammoniaque ne manque pas d'abonder aux abords des récifs de coraux, ainsi qu'il a été dit précédemment à plusieurs reprises. En somme, la bactérie dénitrifiante appelée *Bacterium calcis* par Drew a tout autant de raisons, sinon davantage, de précipiter le carbonate de magnésium que le carbonate de chaux et de provoquer ainsi l'origine première de la dolomie.

Tout en rendant pleine justice au talent et à l'ardeur scientifique de Drew dont la mort a été une perte sensible pour la Science, le souci de la vérité oblige à constater que le caractère le plus saillant de ses expériences consiste dans la préoccupation de faire produire à ses bactéries une quantité intensive de carbonate de calcium, et c'est ce qui l'a déterminé à forcer la quantité de sels de calcium dans ses cultures au dépens du sel de magnésium. Mais en opérant ainsi, en introduisant des doses de sels de calcium 10 fois supérieures (2 gr. contre 0,2) à celle du sel de magnésium, il a inversé et au delà la proportion naturelle de l'eau de mer: la réaction qu'il a ainsi provoquée lui a masqué la précipitation du carbonate de magnésium. Il a donc manqué, de bien près sans doute, la découverte de la genèse de la dolomite. Tant il est vrai qu'à forcer la Nature, on risque de la méconnaître, car elle, jalouse de ses lois, ne manque pas de prendre sa revanche ! Mais si la critique scientifique ne perd jamais ses droits, on doit reconnaître que le plus grand tort de Drew a été de mourir trop jeune, sans quoi il n'aurait laissé à personne le soin de discuter ses analyses, et il aurait certainement découvert tout seul l'origine des dolomies comme celle de la calcite bactérienne.

A tout prendre, si comme M. Cayeux l'a indiqué, une explication plus complète de la genèse du carbonate de magnésie nécessaire à la formation des rhomboèdres de dolomite semble devoir impliquer l'intervention d'une *source extérieure aux Algues calcaires*, l'entrée en scène des bactéries dénitrifiantes conduit à une solution bien voisine de celle que j'ai présentée tout d'abord, car le produit magnésien de ces organismes qui peut s'appeler *dolomite flottante* par opposition à la *dolomite fixée* au bord des Mélobésies désagrégées, s'étale sur les plaques minces côte à côte avec cette dernière. Il convient toutefois de relever cette différence que la dolomite d'origine bactérienne semble se former péniblement (c'est-à-dire çà et là, progressivement, ainsi que le montrent les figures 3 et 4 du texte, la figure 3 de la planche VIII et les figures 4 et 5 de la planche IX), tandis que la dolomite d'origine mélobésienne apparaît dans tout son éclat et son automorphisme sous la forme de rhomboèdres parfaits sur le bord même du tissu du végétal. Ce phénomène de double genèse se passe sur le *même théâtre* qui est le *récif madréporique*: les deux solutions (ou si l'on veut la seconde complétant la première) font donc bon voisinage.

Si la dolomite éparse est plus tardive à se constituer, la raison en est sans doute que les bactéries étant d'organisation inférieure aux Mélobésies, leur diastase qui est l'intermédiaire nécessaire de leur action dénitrificatrice, ne possède qu'une *énergie transformatrice inférieure à l'activité cellulaire des Algues*; c'est dans l'ordre des choses. Quoiqu'il en soit, bien qu'une large part ait été faite aux Mélobésies pour expliquer la genèse de la dolomie, l'intervention génératrice des bactéries n'en ouvre pas moins la *porte plus grande* à la solution du problème dolomitique qui se pose dès lors partout où ces microorganismes trouvent à exercer leur activité à quelque degré que ce soit. On comprend ainsi plus facilement la présence de « têtes de chat » isolées dans les strates yprésiennes de Montataire et celle de la magnésie dans les « marnes vertes » supragypseuses de Pantin.

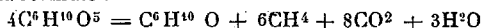
Il se peut qu'un *phénomène minéral d'attraction moléculaire* agissant très lentement arrive à réaliser le groupement plus ou moins concentré des éléments magnésiens, ainsi que cela se produit pour la silice autour des spicules d'Éponges, mais une action de cette sorte ne peut s'exercer qu'après la transformation nécessaire des divers sels de magnésie en carbonate puis en dolomite. Il en est tout autrement de l'*attraction organique*, surtout dans le milieu coralligène, station favorite des Mélobésies

et objectif particulièrement alléchant pour la nuée famélique des bactéries du plancton. C'est dans ce sens, à mon avis, que les *Mélobésies* et les *Coraux* peuvent être traités de *centres d'attraction*, c'est-à-dire de centres *actifs* d'attraction d'êtres vivants qui s'y donnent des rendez-vous féconds en carbonate de magnésie.

Quoi qu'il en soit, il est vraiment curieux de constater que des études de laboratoires poursuivies au Muséum national d'Histoire naturelle et au Collège de France à Paris, ainsi qu'aux atolls de Floride et à l'Institut Carnegie, à Washington, convergent, sans s'être concertées, vers le même but, celui de la poursuite de la recherche de l'origine des carbonates d'où devait se dégager celle de la dolomie. Il n'est pas plus surprenant, après tout, de trouver des bactéries dans la genèse de cette dernière roche que dans la formation de la houille¹.

Ce point de départ initial de la dolomie semble mériter une vérification qui se présente immédiatement à l'esprit sous la forme de la recherche des bactéries dans les champs de *Mélobésies*, terrains évidemment propices à la transformation des sels de magnésie de l'eau de mer en carbonate. J'ai entrepris cette étude au laboratoire de bactériologie de l'Institut Pasteur de Paris sous la direction de son chef, M. Borrel. L'emploi de très forts grossissements (jusqu'à 1000 fois) et de colorants tels que le bleu de méthylène et le rouge d'aniline a permis de constater autour des noyaux des cellules de *Mélobésies*, la présence d'un anneau de points colorés extrêmement petits qu'avec un peu d'imagination on serait tenté d'attribuer à des bactéries ou à des fragments de bactéries. Mais l'expérience consommée du savant bactériologiste m'a mis en garde contre une assimilation trop hasardée. A réfléchir du reste à la nature de la roche, son état de cristallisation intensive qui atteint le noyau même des cellules, semble réellement s'opposer à la conservation d'êtres aussi fins que le sont les bactéries. De plus, les champs de *Mélobésies* que j'ai étudiés sont absolument dépourvus et de fer et de silice dont M. Cayeux² a fait remarquer le rôle éminemment conservateur

1. BERNARD RENAULT. Sur quelques microorganismes des combustibles fossiles. *Bull. de la Soc. de l'Ind. minér.* (1900). D'après ce savant, la formation de la houille est due à des bactéries anaérobies qui dissocient la cellulose pour se procurer l'oxygène et les substances hydrocarbonées nécessaires à leur subsistance, suivant la formule :



qui caractérise la présence d'un composé carboné, de méthane, d'acide carbonique et d'eau; le produit solide représente le 1,5 du poids primitif.

2. CAYEUX. Existence de nombreuses Algues perforantes dans les minerais de fer oolithiques de France. *C.R. Ac.Sc.*, séance du 28 mai 1914.

« des structures organisées les plus délicates ». En règle générale, les coraux surmontés de leur tapis d'Algues calcaires fuient les eaux impures et par conséquent ferrugineuses ; quant à la silice, elle se dirige vers ses points d'attraction naturels, tels que Diatomées, spicules d'Éponges, etc. Les champs de Mélobésies que j'ai étudiés étaient exclusivement des calcaires cristallins, la silice ne se rencontre dans ces localités qu'à des niveaux un peu inférieurs : dans le Sahélien d'Oran sous la forme de petits bancs stratifiés au-dessous de la couche à tripoli, dans la craie sénonienne de Beynes sous la forme de lits de silex. Ce n'est donc pas dans mes préparations que pourrait se vérifier la présence des bactéries. Peut-être en trouvera-t-on un jour d'autres plus favorables.

Le contrôle rigoureux des études de Drew prolongées vers la recherche de l'origine du carbonate de magnésie demanderait la création d'un *laboratoire de Biologie maritime* du genre de ceux de Tortugas et d'Andros, dans une région madréporique, par exemple à Tadjourah (dans la Mer Rouge), qui a déjà conquis une certaine célébrité grâce aux études malacologiques du docteur Jousseau et aux travaux sur les Actinies et sur les Polypiers dus à MM. Faurot, Joubin, Gravier. Des installations de ce genre ont déjà été réalisées par la plupart des nations européennes par exemple à Gênes, à Naples, à Messine. Nous sommes en retard de ce côté, et si la recherche de la genèse de la dolomie était une occasion de combler cette lacune regrettable, elle aurait doublement mérité de la Science.

3. Genèse générale de la dolomie.

J'avais traduit le résultat de mes précédentes études par la formule suivante : *les champs de Mélobésies sont des foyers de prédilection pour la production de la dolomite, cause initiale de la formation de la dolomie*. Mais cette formule, exacte au fond, peut paraître maintenant un peu trop restreinte. Il y a lieu de l'*élargir* et de tirer les conclusions suivantes :

I. — Du carbonate de magnésie paraît se former par l'action directe des *Algues calcaires* ainsi que par l'intervention complémentaire des *bactéries* dénitrifiantes qui pullulent dans les mers chaudes, principalement aux abords des récifs madréporiques ; le sommet des murailles de coraux est généralement tapissé d'un champ d'Algues calcaires madréporiques et leur base abonde en carbonate d'ammoniaque, produit de décomposition des organismes corallicoles.

II. — Ce carbonate de magnésie se fixe par pénétration moléculaire progressive et centripète sur les concrétions ou cristaux de calcite ou d'aragonite qu'il transforme progressivement en *dolomite*.

III. — L'*imbibition* de la dolomite dans le substratum se fait irrégulièrement. Elle est continuée par une remise en mouvement du minéral qui se *concentre* en groupements irréguliers consécutivement aux alternatives de décalcification et de recalcification, jusqu'à ce que l'enrichissement en dolomite arrive à réaliser la composition normale de la DOLOMIE.

IV. — Il convient, pour terminer cette étude, de jeter un coup d'œil d'ensemble sur les étapes de la dolomitisation. Cette vue générale gagnera en clarté à être abordée en sens inverse des développements successifs présentés au cours de ces recherches :

1° Pour qu'il existe de puissants *amas de roches dolomitiques* intercalés dans les strates sédimentaires, il a fallu que de la *dolomite fut remise en mouvement* par l'action secondaire des eaux souterraines génératrices de phénomènes de décalcification et de recalcification, de dédolomitisation et de redolomitisation, qui a opéré des concentrations variables en dosage et irrégulières en gisement, suivant le gré capricieux des évaporations et concentrations alternatives de l'acide carbonique.

2° Pour que de la dolomite soit ainsi rendue disponible, il a fallu qu'elle provint primitivement *par imbibition* des foyers producteurs de *carbonate de magnésie* : il n'a pas manqué de s'en produire activement soit dans les champs mêmes de Mélobésies magnésifères (Sahélien d'Oran) soit dans leur substratum immédiat (Auvers, les Haguinaux, Helvétien d'Oran) ou seulement dans le voisinage (Campbon, Beynes et Montainville, caillasses parisiennes).

3° Pour que le carbonate de magnésie se soit combiné avec le carbonate de chaux, il a fallu qu'il pénétrât par une action moléculaire lente progressive dans les globules ou cristaux de calcite ou d'aragonite jusqu'à élimination de la *calcite* qui a joué ainsi son rôle de *véhicule de la dolomite*.

4° Le carbonate de magnésie a pu se former directement par les Algues calcaires, et également par l'intervention complémentaire de *bactéries dénitrifiantes* des matières organiques flottantes dans le plancton, beaucoup plus abondantes dans le benthon et au maximum de richesse dans les charniers végétaux (débris de Zostères, de Palétuviers, d'Algues) et animaux de tous les embranchements entassés au pied des récifs madréporiques.

5° Il n'est pas plus surprenant de découvrir des bactéries anaérobies à la *base du phénomène de la dolomitisation* qu'à l'*origine de la formation de la houille*. La différence du mode d'action de ces êtres infiniment petits déjà devinée par Lamarck, consiste simplement en ce que les uns puisent l'oxygène et les autres substances nécessaires à leur subsistance dans la *dénitrication des détritits azotés*, tandis que les autres (espèces différentes assurément) le demandent à la *dissociation de la cellulose*.

6° Les *particularités capricieuses* des gisements de dolomies sont dues : pendant la période initiale, aux variations considérables de la *réaction bactérienne* suivant les conditions physiques et chimiques du milieu — puis, à titre d'action secondaire, à l'*irrégularité du dégagement et de la dissolution alternatifs de l'acide carbonique*.

7° Si la réaction bactérienne, considérée comme une des origines premières de la DOLOMIE, peut se produire partout où le milieu s'y prête, son foyer optimum, son rendement maximum résident autour des stations de CORAUX et de MÉLOBÉSIES qui exercent une attraction fatale sur le petit monde grouillant et puissamment actif des BACTÉRIES.

V. — Si enfin les dolomies n'ont cessé de se montrer de fidèles compagnes des récifs de coraux, toujours semblables à elles-mêmes depuis l'aurore des temps géologiques en dépit des transformations des faunes, des flores et des climats, la raison en est due à ce que les corallicoles animaux, végétaux ou bactériens, dont les dolomies sont les résidus ultimes et abandonnés au jeu capricieux de la circulation souterraine de l'eau et de l'acide carbonique, ont trouvé dans les stations coralligènes la PERMANENCE DU MILIEU, condition lamarckienne de la constance des phénomènes biologiques et garantie de la *constance du phénomène minéralogique*.

En résumé donc, *les dolomies sédimentaires apparaissent généralement comme de gigantesques, et peut-on dire éternels TÉMOINS DE LA VIE CORALLIGÈNE ainsi que de la puissance du rôle d'êtres infiniment petits dans la structure de l'écorce terrestre*.

SUR LES AFFINITÉS MORPHOLOGIQUES DES GENRES
THERSITEA COQUAND, *PEREIRAIA* CROSSE,
OOSTROMBUS SACCO

GASTROPODES FOSSILES DES PROVINCES TERTIAIRES
MÉDITERRANÉENNES

PAR J. Savornin¹.

On sait que les *Thersitées* sont de curieux Gastropodes dont les représentants, complètement éteints, paraissent très localisés dans l'espace vertical et horizontal. Elles n'ont été signalées avec certitude que de l'Éocène inférieur ou moyen, au Maroc, en Algérie et en Tunisie. Locard a cru en reconnaître un moule interne dans le dessin donné par d'Archiac et Haime de leur *Phasianella* (?) *scalaroides*; mais cette opinion, assez soutenable, ne peut être affirmée en toute sécurité. Il s'agirait d'une espèce gigantesque, inconnue partout ailleurs que dans l'Inde. J'ai moi-même constaté la présence d'un moule interne de *Thersitea* parmi des fossiles provenant du Mokattam (Égypte). Au total, ces formes ne seraient donc toujours connues que de la Méditerranée nummulitique: ce phénomène de localisation est très remarquable.

Pereiraia était jusqu'à présent considéré comme représenté par une seule espèce, rencontrée dans le Burdigalien supérieur d'Espagne, du Portugal, d'Algérie et de Hongrie.

Oostrombus semblait se réduire aussi, d'après Sacco, à une seule espèce fossile authentique: *O. problematicus* MICHLT. sp., dont Sacco a distingué un certain nombre de variétés. L'une de ces dernières était déjà connue sous le nom de *O. Tournouëri* BAYAN sp., dans l'Éocène supérieur et le Tongrien de l'Italie septentrionale. Oppenheim et Fuchs ont encore cité deux ou trois formes voisines.

Grâce aux matériaux rassemblés par Pomel, Pierredon, M. Ficheur, M. Brives et moi-même, le laboratoire de géologie de la Faculté des Sciences d'Alger possède à l'heure actuelle la collection la plus riche de Thersitées. Beaucoup d'échantillons

1. Note présentée à la séance du 18 mai 1914.

s'y trouvaient depuis de longues années, mais apparemment en fort mauvais état: ce qui explique que depuis le travail de Pomel¹, remontant à vingt-sept ans, aucun géologue algérien n'avait été tenté par leur étude. Mes trouvailles ayant considérablement augmenté le nombre d'exemplaires et d'espèces, j'ai songé à classer toutes ces formes. De patientes préparations que j'ai exécutées m'ont montré le haut intérêt de ces fossiles, jusqu'alors fort mal décrits, et j'en ai entrepris l'étude générale.

Cette petite monographie est en cours de publication au *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de l'Afrique du Nord*, où la description de formes exclusivement berbères avait sa place toute désignée.

Les constatations que j'ai pu faire sur la morphologie de ces Gastropodes aberrants m'ont amené, depuis, à étendre mes recherches sur d'autres types qui m'ont paru offrir avec eux des affinités plus ou moins directes. Là encore, des préparations délicates ont été nécessaires; et c'est ainsi que j'ai étudié la constitution de *Pereiraia Gervaisi* VEZIAN sp. et d'*Oostrombus Tournouëri* BAYAN sp., jusqu'alors très incomplètement définie.

Ce sont toutes ces observations nouvelles que je me propose de présenter.

1^o GENRE *Thersitea* COQUAND

Je me permettrai tout d'abord de rappeler que le genre *Thersitea* COQUAND doit être, à mon avis, considéré comme le type d'une famille entière de Gastropodes éteints, dont l'organisation est assez spéciale.

La plupart des auteurs qui s'en sont occupés: Coquand², Pomel³, P. Fischer⁴, Zittel⁵, Locard⁶, Cossmann⁷, ont fort mal interprété sa morphologie. Presque tous se sont obstinés, à la suite de Coquand créateur du genre, à y voir des affinités avec *Clavella*. Cette erreur manifeste a visiblement sa source dans les dessins fantaisistes qu'a donnés ce géologue:

1. A. POMEL. Sur le genre *Thersitea* COQUAND, singuliers Mollusques gastéropodes particuliers au terrain suessonien de l'Algérie. *Congrès de l'Assoc. franç. p. l'avanc. des Sciences, Toulouse*, 1887, p. 416-421, pl. ix.

2. Géologie et Paléontologie de la région sud de la province de Constantine. *Mém. Soc. d'émul. de Provence*, 1862.

3. *Loc. cit.*

4. Manuel de Conchyliologie et de Paléontologie conchyliologique. Paris, 1887.

5. Traité de Paléontologie. Paris, Munich et Leipzig, 1887.

6. Exploration scientifique de la Tunisie. Mollusques des terrains tertiaires inférieurs recueillis par M. Ph. THOMAS. Paris, Imp. nat., 1889.

7. Essais de Paléoconchologie comparée, tome IV, 1904.

Pomel, qui a pu examiner de près d'assez beaux exemplaires de *T. ponderosa* Coq., semble avoir fait justice de cette fausse appréciation ; et il est étrange que ses observations, très détaillées, appuyées de dessins encore imparfaits, mais autrement fidèles que ceux de Coquand, soient restées lettres mortes pour tous les auteurs qui ont publié après lui.

Les *Thersités* ne peuvent en aucune façon être rapprochées des *Clavella*, car leur canal antérieur est inexistant : il se réduit, chez toutes les espèces, à une échancrure du labre, à un simple sinus, touchant la pointe de la columelle comme chez les *Strombus*, et qui ne s'allonge même pas autant que chez la plupart de ces derniers.

En revanche, tous leurs représentants offrent incontestablement des traits communs avec la vaste famille des *Strombidés*, à côté de laquelle on pourrait les ranger, en leur attribuant une place à part. Les *Thersités* ressemblent à des *Strombes*, par leur court canal (sinus) antérieur (la présence, chez une espèce, d'un deuxième sinus destiné au passage de la tête de l'animal accentue encore l'analogie), par leur ouverture oblique et allongée, par leur columelle flexueuse et forte, assez brusquement terminée en pointe mousse, par leur forte callosité ventrale. Mais elles présentent en outre des particularités constantes qui leur sont exclusives.

Pour arriver à une telle conclusion, je ne me suis point borné à examiner l'aspect extérieur d'un grand nombre d'échantillons, de divers âges, de différentes espèces, de provenances diverses ; mais encore j'ai étudié leurs moules internes. Rares, comme on sait, sont les exemplaires bien conservés, à cause de la grande fragilité de la partie antérieure de toutes ces coquilles, — et c'est évidemment la principale raison qui a gêné les observateurs. Mais à l'aide de plusieurs individus d'une même espèce dont un seul, généralement, se trouvait presque en état d'intégrité, et en examinant avec soin les stries d'accroissement, j'ai pu obtenir de véritables reconstitutions intégrales, uniques pour chaque espèce étudiée. De nombreux dessins partiels, à la chambre claire, d'une fidélité irréprochable, m'ont facilité ce travail de reconstitution plastique. Enfin, des coupes axiales m'ont révélé l'exacte relation entre le moule interne et sa coquille. Cette relation n'avait pas encore été étudiée ; mais sa connaissance est indispensable à la compréhension des formes (voir fig. 2, p. 320).

Les caractères morphologiques constants que j'ai observés m'ont permis de définir de la manière suivante la famille des Thersitéidés.

THERSITEIDÆ. — Animal inconnu. Coquille subtusiforme ou piriforme, généralement paucispirée. Ouverture oblongue, oblique, avec sinus antérieur et fissure postérieure plus ou moins étendue. Columelle épaisse, lisse, flexueuse. Callosité columellaire plus ou moins distincte en avant, mais toujours fortement épaissie en arrière en une tubérosité caractéristique. Faible pli interne sur une portion du bourrelet qui fait suite à cette tubérosité.

Moule interne subfusiforme ou même fusiforme, ombiliqué. Tours à profil arrondi plus ou moins ventru. Face postérieure du dernier tour généralement carénée vers sa terminaison. Un bourrelet hélicoïdal entoure fréquemment l'ombilic.

On me permettra d'ajouter quelques commentaires à cette diagnose.

Tout d'abord, sur la forme probable de l'animal. Il semble qu'il ne puisse guère avoir existé plus de différence entre un *Thersiteidæ* quelconque et un *Strombus* ordinaire, qu'entre celui-ci et une *Rostellaire* ou un *Terebellum*. Or, l'anatomie de ces derniers animaux révèle qu'ils se ressemblent assez dans tous leurs traits essentiels. On peut les caractériser par la présence d'un *siphon branchial* (sortant de la coquille par un *sinus* qui peut s'allonger plus ou moins en canal contre la pointe de la columelle); d'une *trompe buccale*; d'un *ped* étroit, portant un *opercule denticulé*; et enfin d'un *appendice conique* ou *filiforme* du manteau, se logeant dans une *gouttière suturale*, dans l'angle postérieur de l'ouverture. L'examen minutieux des coquilles de *Thersitéidés* m'a convaincu que l'animal qui les habitait devait ressembler trait pour trait à cette description. Un seul détail nouveau d'organisation peut lui être attribué: l'*appendice filiforme* des Strombidés était nécessairement remplacé chez lui par un *appendice foliacé* ou membraneux. Cet organe, dont l'existence est incontestable, a joué un rôle capital dans la morphologie de la coquille, en façonnant la tubérosité calleuse qui donne à cette dernière son faciès si particulier.

En ce qui concerne la coquille elle-même, on sait qu'elle a fait l'objet de descriptions plus ou moins détaillées pour les rares espèces jusqu'alors connues.

Il n'y a pas lieu de tenir grand compte des descriptions, trop incomplètes, ni des dessins, trop inexacts, de Coquand. On ne peut en retenir que la présence d'une « loupe » calleuse, bien

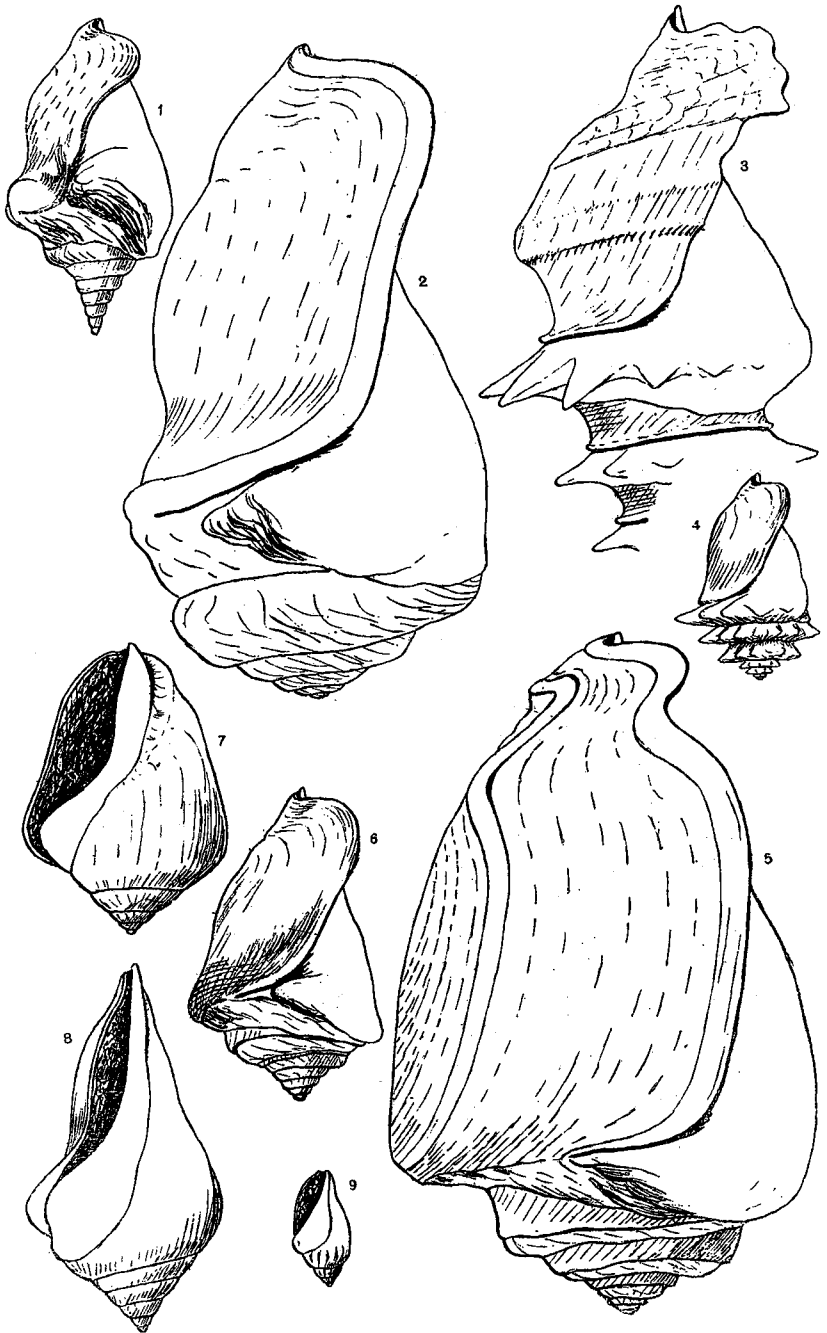


FIGURE 1. — 1, *Thersitea gracilis* Coq, Chaîne de Négrine (Sud constantinois); 2, *Th. ponderosa* Coq., Kçar Birine (S. E. de Boghari)*; 3, *Pereiraia Gervaisi* VEZIAN sp., San Pau d'Ordal, près Barcelone; 4, *P. strombiformis* Pom. sp., flanc E du Djebel Naga (S. d'Aumale)¹; 5, *Hemithersitea ventricosa* nob., 21 km.

Voir la suite de cette légende en bas de la page suivante.

spéciale au genre *Thersitea* et qui est son caractère le plus immédiatement visible.

Pomel avait poussé très avant l'étude des Thersitées. Les caractères qu'il a attribués au genre sont, en réalité, un peu spéciaux à *T. ponderosa* Coq. ; mais on n'y peut relever aucune erreur véritable d'observation, sauf en ce qui concerne l'existence d'un « tissu lacuneux » pour l'oblitération de la fissure. Il s'agit en réalité, d'un processus de fossilisation et non d'une structure originelle. Les coquilles étudiées par Pomel sont partie en silice et partie en calcite. La silice, tard-venue, n'a constitué d'abord que de minces pellicules orbiculées, envoyant quelques tractus dans les intervalles des cristaux de calcite : d'où l'apparence spongieuse des parties épaisses de la coquille, après attaque par l'acide chlorhydrique. Quant aux dessins publiés par Pomel, ils représentaient des échantillons réels, existant dans les collections de l'École supérieure des Sciences d'Alger ; mais *T. ponderosa* était incomplètement dégagée. Le lithographe qui l'a consciencieusement reproduite, d'après des photographies, a mal figuré l'ouverture : bord columellaire et labre. C'est le plus grave défaut de ces représentations. J'ai mieux préparé cette coquille, à l'acide et au burin, et j'ai obtenu un échantillon tout aussi remarquable que celui de l'École des Mines dont des phototypies ont été publiées par M. Cossmann.

Locard, qui a examiné très superficiellement quelques Thersitées tunisiennes, a créé une espèce (*T. verrucosa*) qui ne me semble pas pouvoir appartenir au vrai genre *Thersitea*. Cet auteur n'a d'ailleurs pas su reconnaître la signification morphologique de la tubérosité calleuse et signale, comme un fait surprenant, son absence sur le moule interne !

E. S. E. de Sidi-Aïssa d'Aumale ; 6, *H. maroccana* nob., Imintanout (S. de Marakech) ; 7, *Pseudothersitea Thagastensis* nob., Dj. Dekma près Souk Ahras ; 8, *Oostrombus Tournouëri* BAYAN sp., du Vicentin (coll. Tournouër) ; 9, *Pereiraia elegantula* nob. = *P. strombiformis* junior (?), Boghari.

Nota. — 1, 2, et 5 représentent des coquilles arrivées probablement à leur taille adulte ; 3 est aux 4/5 environ de sa taille maxima ; 4, aux 3/4 environ ; 9 est un jeune individu. Il est probable que 8 est aux 3/4, à peu près, de sa taille définitive. La rareté des documents sur les espèces 6 et 7 ne permet pas d'affirmer leur âge ; il est possible que ce soient des coquilles n'ayant atteint que les 3/4 ou les 2/3 de leur développement normal, si l'on en juge par un fragment de moule interne du n° 6. Je n'ai pas cru devoir dessiner le sommet de la coquille n° 3, dont la forme très régulière a déjà été excellemment figurée par divers auteurs.

* Types décrits par Pomel en 1887. La provenance indiquée de *Th. ponderosa* me semble douteuse. Les échantillons très nombreux du Dj. Dyr (Tebessa) ont tout à fait la même gangue que l'exemplaire dont il s'agit.

On peut en dire autant de Crosse ¹ à propos de l'ornementation du genre *Pereiraia*, qui appartient de droit aux *Thersiteidæ* ainsi que je vais le démontrer.

M. Cossmann s'est trouvé embarrassé par les cassures accidentelles des échantillons qu'il a étudiés. Il est demeuré dans l'indécision en ce qui concerne la forme véritable de la partie antérieure de ces Gastropodes. L'exemplaire de *T. gracilis*, figuré par cet auteur, a perdu toute l'aile du dernier tour, aile dont la forme est extrêmement remarquable et dont la présence modifie quelque peu la physionomie générale de la coquille. Quant au dessin de *T. ponderosa* également dû à M. Cossmann ², il rappelle un peu trop les figures de Coquand pour la reconstitution de la partie antérieure. Il semble représenter un long rostre brisé, alors que cette espèce était naturellement tronquée par le sinus, à la manière de beaucoup de Strombes. Les photographies, malheureusement réduites, publiées par M. Cossmann sont plus exactes ; encore l'une d'elles (fig. 18, pl. .vii) a-t-elle été maladroitement retouchée dans le haut. L'autre (fig. 10) peut être considérée comme très fidèle ; l'échantillon représenté est complet, sauf pour la partie antérieure du labre dont il manque un fragment.

Quoi qu'il en soit, malgré les imperfections des diagnoses et de la plupart des dessins publiés, les Thersitées ont des formes si caractéristiques qu'on peut toujours les reconnaître, même quand on n'en trouve que des exemplaires incomplets. On verra dans la figure 1, ci-jointe, les silhouettes exactes de toutes les espèces dont la coquille est conservée, à l'exception de la soi-disant *Thersitea verrucosa* Locd. qui ne m'est connue que par les dessins de cet auteur. Ces figurations, toutes en vraie grandeur, d'après nature, sont dessinées à la chambre claire, à la distance moyenne de 30 centimètres. Jointes à celles de la figure 2, elles éclaireront complètement, j'espère, la morphologie des Thersiteidés.

Une classification s'imposait parmi ces formes désormais plus nombreuses. J'ai déjà distingué les trois genres suivants parmi les Thersiteidés éocènes de Berbérie, seuls étudiés dans mon travail présenté à la Société d'Histoire naturelle de l'Afrique du Nord :

1° *THERSITEA* (*s. st.*). — La tubérosité calleuse est très développée, saillante, irrégulièrement bosselée ou portant une série de tubercules. Sinus antérieur normalement échancré. Fissure post-labiale très

1. *Journal de Conchyliologie*, 1868, p. 191.

2. *Loc. cit.*, fig. 11, p. 22.

longue. Suture externe (vraie) en avant du bourrelet calleux sur le dernier tour, invisible sur la spire où la fausse suture¹ apparaît seule. Columelle flexueuse, épaisse. Pli postérieur saillant, bien distinct sur la partie interne de la masse calleuse.

2° *HEMITHERSITEA* (*n. gen.*). — La tubérosité est moins saillante et plus régulièrement arrondie, un peu pincée sur le dos. Sinus antérieur normalement échancré. Parfois un deuxième sinus. Fissure moins longue que chez *Thersitea*. Suture externe vers le milieu du bourrelet calleux, qui ne forme qu'une partie de la spire visible; la suture vraie et la fausse suture apparaissent simultanément sur toute la spire. Columelle flexueuse, épaisse. Pli postérieur bien distinct.

3° *PSEUDOTHERSITEA* (*n. gen.*). La tubérosité, très accusée encore, mais mieux circonscrite du côté ventral, est lisse et arrondie; moins saillante que dans les genres précédents. Sinus antérieur normalement échancré. Fissure très réduite (visible seulement dans l'ouverture). Suture externe en arrière du bourrelet calleux, qui n'est donc pas visible sur les tours de spire; ces derniers uniquement formés de la partie postérieure de l'aile; la suture vraie apparaît seule sur la spire. Columelle arquée, très épaisse. Pas de pli postérieur distinct de la masse calleuse².

Ainsi donc, de même que tous les Thersitéidés se distinguent des autres Gastropodes par la disposition générale de la partie postérieure de leur ouverture, de même on peut les différencier entre eux, génériquement, par les détails de structure de cette zone. Je ne me dissimule pas que cette classification peut paraître un peu artificielle; mais c'est le sort de la plupart des coupures génériques.

Je dois ajouter que lorsque j'ai établi ces diagnoses, je n'ai pas osé séparer *Thersitea strombiformis* POMEL du genre *Thersitea* (*s. st.*), ce qui m'a obligé à écrire à propos de la tubérosité calleuse: « irrégulièrement bosselée, ou portant une rangée de tubercules. »

J'estime aujourd'hui qu'il y a lieu de restreindre les caractères du genre en supprimant ce dernier membre de phrase; et *Th. strombiformis* prend légitimement place dans un genre distinct, qui n'est autre que *Pereiraia*.

1. J'ai ainsi désigné la ligne de contact de la partie calleuse sur le dos de la spire précédente, en réservant le nom de suture vraie à celle qui correspond à la lisière postérieure de l'aile.

2. On remarquera que je ne donne pas d'indication sur les moules internes. Ces moules se ressemblent trop par tous leurs caractères essentiels pour qu'il soit possible de les différencier par une description. Chaque espèce est pourtant bien distincte par sa forme générale plus ou moins renflée, par ses dimensions relatives, etc..., caractères qu'il est plus facile de représenter graphiquement que de définir.

2° GENRE *Pereiraia* CROSSE

Pour qui ne s'arrête pas aux premières apparences de la taille et des particularités d'ornementation, la morphologie de *Pereiraia Gervaisi* VEZIAN, sp. est rigoureusement comparable, dans tous ses traits essentiels, à celle de *Thersitea strombiformis* POM. dont la parenté avec les Thersitéidés n'est point douteuse. La forme de l'ouverture, si importante chez les Gastropodes, offre les mêmes caractères taxonomiques. La columelle est à peine plus allongée, en avant du labre, que chez les Thersitées. Le sinus antérieur est entièrement semblable à celui de ces dernières. La fissure post-labiale y est tout aussi développée et s'accompagne même, extérieurement, d'un sillon sutural formant une étroite gouttière continue. Quant à la callosité peu épaisse et largement étalée sur toute la face ventrale, comme chez tous les Thersitéidés, elle acquiert une particularité nouvelle qui est de porter des épines remarquablement saillantes. La dernière de ces épines, sur le ventre de la coquille, est la moins développée. Celles qui la précèdent le sont de plus en plus jusqu'à la hauteur de la fissure post-labiale, où la taille définitive des épines est atteinte. Ces ornements se continuent sur tout le développement de la spire, en décroissant très régulièrement jusqu'au sommet, de même que le bourrelet calleux de *Thersitea* se continue jusqu'aux premiers tours.

L'ornementation dorsale de la coquille, réduite aux stries d'accroissement chez *Pereiraia strombiformis* POM. sp., comme chez tous les autres Thersitéidés, se complique chez *Pereiraia Gervaisi*. Cette dernière, en effet, possède sur les tours de spire, entre la suture et la couronne de tubercules, une costulation longitudinale¹. Le dernier tour montre, en outre, une assez forte carène mousse, en forme de bandelette chez les types espagnols de l'espèce et subtranchante chez les types algériens. Il se trouve que les tubercules de la callosité s'élèvent assez exactement au-dessus de l'emplacement de cette carène, ce qui a fait dire à Crosse que l'ornementation épineuse s'arrête brusquement sur le dernier tour. Une deuxième carène, moins importante, se présente un peu en avant de la première : elle résulte simplement de l'empilement des stries d'accroissement suivant le brusque changement de direction du bord labial. D'autres angles vifs de ce bord, un peu plus en avant encore, donnent lieu à de petits

1. J'ai retrouvé la même particularité chez *Hemithersitea Maroccana* n. sp., qui est incontestablement une Thersitée ayant la même organisation que *Hem. ventricosa* n. sp., laquelle ne présente aucune trace de ce genre d'ornementation.

chevrons des stries d'accroissement, dont les pointes jalonnent de nouvelles petites saillies hélicoïdales. Aucun de ces ornements longitudinaux, pas même la première carène, n'est comparable aux digitations des Pterocères et le rapprochement de *Pereiraia* et de *Pterocera* repose sur une grossière erreur d'appréciation.

En résumé, les *Pereiraia*, voisines, si l'on veut, des *Strombidés*, sont d'incontestables *Thersitéidés*.

Je les classerai à la suite de *Hemithersitea*, car la suture est en avant de la saillie calleuse. De plus, comme chez ce dernier genre, la callosité ne subit aucune résorption en arrière du labre, alors que chez *Thersitea* (*s. st.*) cette résorption est de règle. Le lobe foliaire du manteau devait avoir son bord libre festonné et même tuyauté comme une pièce de lingerie. On en voit la forme moulée sur les beaux exemplaires adultes provenant de la région de Barcelone. La diagnose du genre donnée par Crosse, déjà rectifiée par M. Cossmann, pourrait s'établir ainsi pour être comparée à celle des autres Thersitéidés.

4° *PEREIRAIA*. — La tubérosité est peu épaisse, mais se relève en tubercules épineux régulièrement unisériés. Sinus antérieur normalement échancré, la pointe de la columelle le dépassant quelquefois un peu plus que dans les autres genres voisins. Fissure très développée, se prolongeant extérieurement en une étroite gouttière suturale. Suture en avant des épines calleuses, lesquelles forment une partie, ou la totalité, de la spire visible !. Columelle flexueuse, lisse, moyennement épaisse. Pli postérieur aussi distinct que chez des *Thersitea* ou *Hemithersitea*.

En résumé, toutes les *Thersitéidées* authentiques peuvent être groupées dans la liste suivante :

Thersitea gracilis COQ., 1862.

— *ponderosa* COQ., 1862.

Hemithersitea ventricosa SAVOR., 1914.

— *maroccana* SAVOR., 1914-*id.*

— (?) *Coquandi* LOCD. sp. 1896 (moule interne).

— (?) *elongata* SAVOR., 1914.

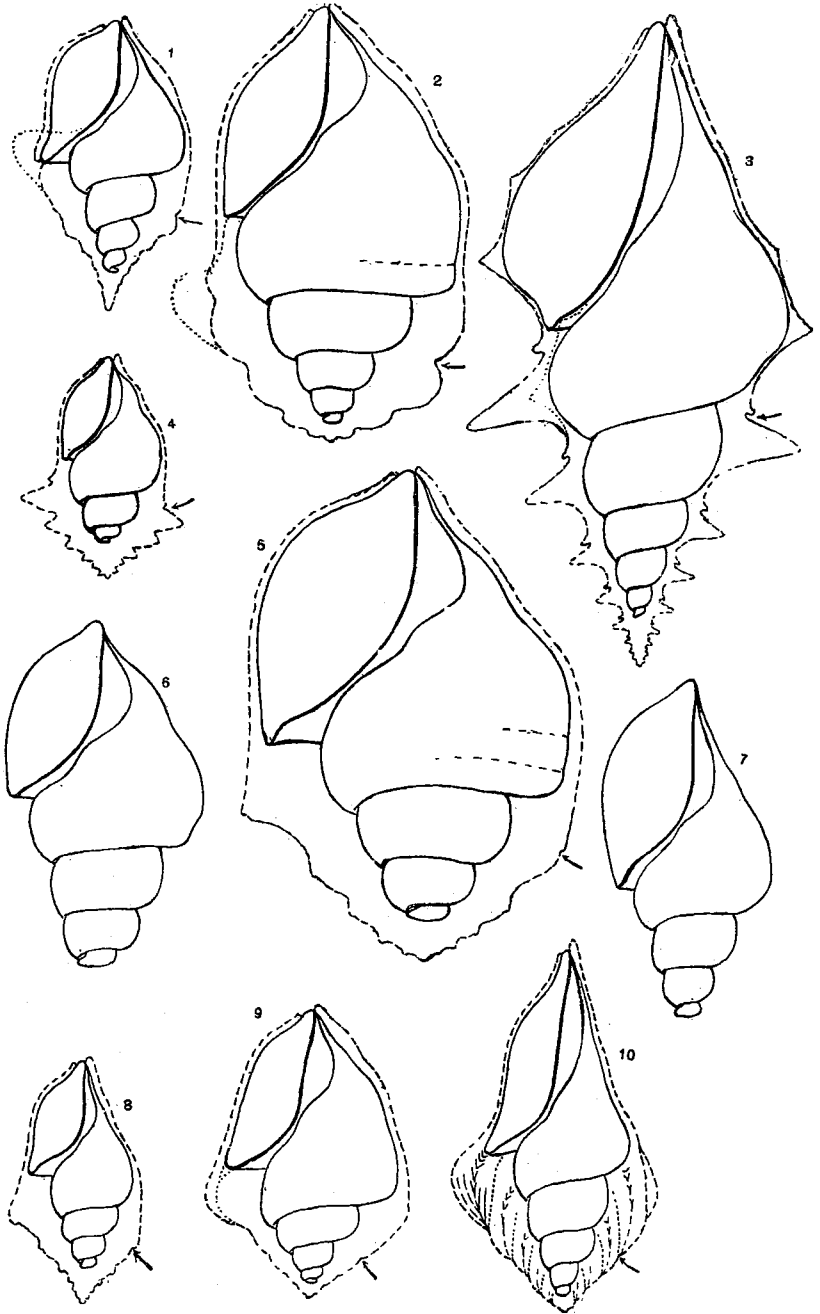
Pereiraia strombiformis POM., 1887.

— *Gervaisi* VEZIAN sp. 1856.

Pseudothersitea Thagastensis SAVOR., 1914.

J'avais cru pouvoir ajouter une *Peireiraia elegantula* nob. ; mais un examen minutieux de cette petite espèce, représentée

1. La spire n'est pratiquement formée que des couronnes épineuses chez *Pereiraia strombiformis* (disposition comparable à celle de *Thersitea s. st.*). C'est seulement à l'état adulte que *Pereiraia Gervaisi* développe sa callosité jusqu'à la suture du tour précédent, de sorte que la constitution de sa spire est comparable à celle de *Hemithersitea*.



LÉGENDE DE LA FIGURE 2. — 1, *Thersitea gracilis* Coq., Négrine (Constantine); 2, *Th. ponderosa* Coq., Tebessa (Constantine); 3, *Pereiraia Gervaisi* VEZIAN sp., Oued-Djér (Alger); 4, *P. Strombiformis* Pom. sp., Sidi Aïssa; 5, *Hemithersitea ventricosa* nob., Sidi Aïssa; 6, *H. Coquandi* Loeb sp., Sidi Aïssa; 7, *H. (?) elon-*

Voir la suite de cette légende au bas de la page suivante.

par un unique exemplaire calciteux, m'a convaincu qu'il ne s'agit très probablement que d'une jeune *P. strombiformis*. Je l'ai représentée¹ figure 2 (9).

Il ne m'est pas possible d'admettre *Fusus Contejeani* COQ., parmi les moules internes de Thersitées, contrairement à l'opinion de Locard, suivie par quelques auteurs. Quant à *Thersitea verrucosa* LOC., autant qu'on en puisse juger par la description et par les dessins qui s'y rapportent, j'estime que ce n'est pas autre chose qu'un *Oostrombus*. N'ayant aucun échantillon de la Thersitée verruqueuse tunisienne je n'aurai garde d'insister plus longtemps. Mais j'ai pu faire une étude assez approfondie de *Oostrombus Tournoueri* BAYAN sp., sur des exemplaires provenant de la collection Tournouër trouvés à la Faculté d'Alger (parmi des fossiles néo-nummulitiques du Vicentin).

3^o GENRE *Oostrombus* SACCO

Ce genre m'est connu par les esquisses lithographiques publiées par Sacco, par la remarquable phototypie de Cossmann, et par deux exemplaires incomplets que j'ai soigneusement étudiés.

Tout d'abord, j'ai constaté que l'état de conservation de ces

1. La plupart des espèces offrent des types à spire évasée, dès le sommet, et d'autres à spire mucronée, à la manière de *Th. gracilis*. Les jeunes ont d'ailleurs, presque toujours, un galbe plus élancé que les coquilles adultes. Cette variabilité des formes est assez générale; mais elle n'affecte pas le moule interne.

gata nob., Boghari; 8, *H. Maroccana* nob., Imintanout (Maroc); 9, *Pseudotherisilea thagastensis*, Souk Ahras (Constantine); 10, *Oostrombus Tournoueri* BAYAN sp. Vicentin (Italie).

Nota. — Ces dessins, exécutés à la chambre claire, grandeur nature, d'après des moules internes et des coupes axiales*, montrent la silhouette de la coquille (trait ponctué) entourant le moule. Les espèces 6 et 7, dont la coquille est inconnue, ont été rapportées au genre *Hemithersitea* en raison de leurs affinités de formes avec les moules internes des espèces 5 et 8.

Aucun des spécimens figurés n'est à sa taille adulte.

Les petites flèches indiquent la position du léger sillon sutural (ou de la gouttière chez *Pereiraia*), faisant suite à la fissure post-labiale sur le dernier tour.

Les courbes pointillées, à gauche de 1 et 2 marquent la position résorbée de la tubérosité. Dans 3, elles marquent la position des deux carènes de l'avant-dernier tour sous la couronne de tubercules épineux et sous le pli interne du dernier tour.

On a représenté en 10, un peu schématiquement pour ne pas surcharger le dessin, le mode d'oblitération de la fissure post-labiale. Une préparation de l'espèce représentée (*Oostrombus Tournoueri*) montre d'une manière particulièrement nette, sur tous les tours, ces détails de structure.

Le moule interne 9 est théorique, car je n'ai pas voulu sectionner l'unique exemplaire de cette espèce.

fossiles est très analogue à celui des Thersitéidés : la fragilité du labre, opposée à la robustesse massive de toute la partie postérieure de la coquille, fait qu'on ne possède souvent que de « culots » de ces Gastropodes. Les sections axiales montrent aussi une analogie frappante avec les Thersitées et permettent de se faire très approximativement une idée de la forme de la partie antérieure absente. Il convient de remarquer, en effet, que tous ces Gastropodes ne sont qu'apparemment irréguliers. Leur moule interne est à croissance géométriquement progressive. Un observateur averti peut, avec seulement un tour et demi de spire (permettant d'obtenir trois sections internes, consécutives et alternées) déterminer graphiquement les dimensions des tours antérieurs ou suivants. L'enroulement du moule interne de ces Gastropodes apparemment irréguliers se fait rigoureusement suivant une spirale logarithmique, comme à l'ordinaire.

Le rapprochement entre *Oostrombus* et *Thersitea* est encore mieux légitimé par l'examen de la région post-aperturale. Chez ce nouveau genre, le labre s'applique — comme chez les Thersitéidés — sur une tubérosité calleuse dont le sépare une fissure qui s'oblitère, d'arrière en avant, au fur et à mesure de l'accroissement. L'étude de cette oblitération est remarquablement facilitée par l'état de conservation des fossiles italiens, dont la structure du test est bien visible dans une section axiale polie. On constate aisément ainsi que *Oostrombus* ne diffère de *Pseudotherseitea* que par l'épaississement de la partie de l'aile adjacente à la tubérosité. Cet épaississement a la même structure que la masse calleuse ventrale. Par là, *Oostrombus* ressemble à beaucoup de Strombes normaux, dont l'aile s'épaissit par de la substance porcellanée ; mais l'accolement de l'aile à la tubérosité, suivant une assez grande surface, est un caractère thersitéen exclusif.

Une particularité nouvelle se présente : ce sont les épaississements variqueux, irrégulièrement espacés, sur le dernier tour. Ils ont rigoureusement la même structure que les parties normales de la coquille et sont simplement formés d'un plus grand nombre de couches porcellanées. On peut concevoir que l'accroissement spiral de la coquille a subi des temps d'arrêt (ce qui est commun à bien des Gastropodes), pendant lesquels le lobe postérieur du manteau continuait à sécréter la matière calleuse. L'existence de cet appendice, travaillant à épaissir simultanément la callosité et le bord adjacent de l'aile, est incontestable.

En définitive, le genre *Oostrombus* peut être considéré comme

intermédiaire entre les Strombes et les Thersitées, auxquelles il se reliait par *Pseudothersitea* ainsi qu'on peut le voir par les dessins des figures 1 et 2.

. Il me paraît que *Thersitea verrucosa* Locd. devra s'appeler désormais : *Oostrombus verrucosus* Locd. sp. : ce serait la forme africaine mésonummulitique, correspondant à la forme italienne néonummulitique. Elle est malheureusement fort mal connue jusqu'à présent, car la description et les dessins qu'en a donnés LOCARD sont d'une insuffisance notoire.

CONCLUSION

Je crois avoir démontré la parfaite homogénéité du groupe des formes étudiées. Quelle que soit la place qu'on lui attribue dans la classification générale : famille à part ou section de famille rattachée aux *Strombidés*, on ne peut songer à en séparer les types. *Thersitea* et son nouveau cortège : *Hemithersitea*, *Pseudothersitea*, *Pereiraia*, et même *Oostrombus*, sont autant de formes offrant de grandes et évidentes affinités morphologiques entre elles.

L'ÉTAGE CALABRIEN
(PLIOCÈNE SUPÉRIEUR MARIN)

SUR LE VERSANT NORD-EST DE L'APENNIN, ENTRE LE
MONTE GARGANO ET PLAISANCE

PAR M. GIGNOUX¹.

SOMMAIRE : I. Le Calabrien entre le Monte Gargano et Ancône : 1° Les environs de Vasto ; 2° La région de Chieti ; 3° Les environs de Teramo ; 4° Les environs d'Ancône. — II. Le Calabrien au Sud de la plaine du Pô : 1° Environs d'Imola (Faune marine du Castellaccio. Faune de Mammifères du Castellaccio. Relations stratigraphiques des sables du Castellaccio) ; 2° Environs de Bologne ; 3° Environs de Reggio-Emilia ; 4° Région de Castellarquato : A. *Les argiles bleues (Plaisancien)* ; B. *Les sables jaunes inférieurs (Astien)* ; *Succession des faunes dans ces sables* ; C. *Les couches postpliocènes à Cyprina islandica (Calabrien)* ; *Position stratigraphique, Faune* ; D. *Conclusions*. — III. Résumé général : 1° Les faunes marines ; 2° Les faunes de Mammifères ; 3° La limite du Pliocène et du Quaternaire.

Je viens de consacrer un ouvrage² à discuter la question du *Postpliocène* dans l'Italie du Sud, et j'en ai proposé la solution suivante : couper ce « Postpliocène » en deux ; en réunir la partie inférieure, sous le nom de *Calabrien*, au Pliocène, — car il est impossible de la séparer stratigraphiquement du Plaisancien et de l'Astien — et rapporter au contraire la partie supérieure au Quaternaire, en lui conservant le nom de *Sicilien*, pris avec sa signification originelle et typique.

L'intérêt d'une classification stratigraphique est en raison de l'étendue des régions dans lesquelles on peut l'appliquer : j'ai donc cherché à montrer comment ces idées sur la classification des terrains marins récents pouvaient être étendues à toute la Méditerranée occidentale : j'ai dû la plupart du temps me contenter d'interpréter les observations des auteurs. Tout récemment, un voyage sur le versant adriatique de l'Apennin et dans la partie sud de la plaine du Pô m'a permis de faire quelques

1. Note présentée à la séance du 15 décembre 1913.

2. M. GIGNOUX. Les formations marines pliocènes et quaternaires de l'Italie du Sud et de la Sicile, Thèse, Lyon, 1913. *Ann. de l'Univ. de Lyon*, I, 36. On y trouvera en particulier des renseignements bibliographiques, que je ne répéterai pas ici.

rapides observations : le but de cette note est de les exposer. On n'y trouvera guère qu'une confirmation des résultats que j'avais prévus par avance dans ma thèse.

La région dont il sera question ici, et qui comprend la bordure externe de l'Apennin depuis le Monte Gargano jusqu'aux environs de Plaisance, ne m'a presque rien appris d'intéressant concernant le *Quaternaire* marin ; au contraire, le Pliocène supérieur, ou *Calabrien*, s'y est montré partout *très développé*, et fréquemment fossilifère : nous allons l'y suivre du Sud au Nord.

I. — LE CALABRIEN ENTRE LE MONTE GARGANO ET ANCÔNE

Les couches pliocènes du *détroit des Pouilles*, entre l'Apennin et le Gargano, si bien étudiées par MM. di Stefano et Viola¹, nous fournissent un excellent *point de départ* : le Pliocène y forme une puissante série de remblaiement, dont seule la partie inférieure (mollasses calcaires ou « tufi », et argiles inférieures) renferme la faune classique du Pliocène ancien, tandis que la partie supérieure (argiles supérieures et sables) contient la faune calabrienne.

Vers le Nord, cette même *série pliocène* se continue tout le long de l'Apennin : les mollasses calcaires de la base, faciès de transgression sur les plateformes calcaires qui formaient les fonds sous-marins dans la région du Gargano, y disparaissent bientôt, et l'on n'a plus qu'une énorme épaisseur d'*argiles plastiques*, d'*argiles sableuses* et de *sables*. Le seul point intéressant était de savoir si la faune calabrienne se rencontrait toujours dans la partie supérieure de cette série.

Les observations antérieures sont, ici malheureusement, assez rares, et surtout, la plupart ont été faites sans préoccupation d'une stratigraphie détaillée : je les signalerai au fur et à mesure de cette étude, sans vouloir donner de liste bibliographique complète².

1. DI STEFANO et VIOLA. L'età dei tufi calcarei di Matera e di Gravina, e il sottopiano « Materino », *Boll. d. R. Comit. geol. d'Italia*, XXIII, 1892.

2. Outre ma thèse, on verra surtout « Bibliographie géologique et paléontologique de l'Italie » publié par les soins du Comité d'organisation du 2^e Congrès international à Bologne (Bologne, Zanichelli, 1881) ; on trouve là, classées par province, toutes les publications antérieures à 1881. Pour la bibliographie récente, se reporter aux articles de géologie régionale publiés par M. SACCO dans les vol. de 1907, 1908, 1911, du *Boll. d. Soc. geol. italiana*.

1° *Les environs de Vasto.*

Je n'ai pas eu l'occasion de faire des observations personnelles au Sud de Vasto. Mon excellent confrère, le D^r G. Checchia-Rispoli, à qui nous devons de si précieuses études sur le Pliocène du Gargano vient précisément de publier une note¹ relative aux environs de *Chienti* et de *Serracapriola* : c'est la région des collines pliocènes dominant la rive gauche du fleuve Fortore. Dans des argiles sableuses situées tout près du sommet des collines (vers 250 m. d'altitude, comme a bien voulu me l'écrire l'auteur), on recueille une petite faunule à cachet récent : sur 24 espèces, seule est vraiment éteinte la *Nassa clathrata* BORN., var. *ficaratiensis* MTRS.², forme calabrienne et sicilienne. Par leur situation au sommet des collines pliocènes, surmontant en continuité les argiles bleues inférieures du Pliocène ancien, ces couches nous paraissent bien, en effet, *calabriennes*, comme le faisait prévoir leur faune. Je ne vois en particulier aucune raison pour assimiler, comme semble l'indiquer M. Checchia-Rispoli, les argiles sableuses et les conglomérats qui les surmontent avec les couches de même faciès, mais quaternaires, à *Elephas antiquus*, qui remblaient le fond du Tavoliere di Puglia, et relèvent d'un niveau de base de beaucoup inférieur.

Aux environs immédiats de Vasto, j'ai pu étudier un gisement fossilifère au S. de la ville, sur la route de Cupello. En suivant cette route pendant 4 km. environ, et en arrivant au premier contour, où elle atteint l'altitude de 200 m. environ, on voit dans les fossés quelques débris de coquilles dont le gisement le meilleur se trouve dans les champs et dans un petit ravin au-dessus de la route, à l'altitude de 230 m. environ.

J'ai récolté là la faunule suivante :

<i>Ostrea</i> cf. <i>lamellosa</i> BR.	<i>Cardium tuberculatum</i> L.
<i>Anomia</i> sp.	— <i>aculeatum</i> L.
<i>Pecten Jacobæus</i> L.	— <i>echinatum</i> L. var. aff.
<i>Chlamys opercularis</i> L.	— <i>Deshayesi</i> PAYR. sp.
— <i>varius</i> L.	— <i>papillosum</i> POLI.
— <i>multistriatus</i> POLI.	<i>Isocardia cor</i> L.
<i>Pectunculus</i> sp.	<i>Meretrix rudis</i> POLI.
<i>Leda fragilis</i> CHEMN.	<i>Circe minima</i> MRC.

1. Osservazioni geologiche sull'Appennino della Capitanata, parte III. *Giornale di Sc. nat. ed econom.*, XXX, Palermo, 1914.

2. La *Nassa Olivii* BELL. citée comme espèce éteinte par M. Checchia-Rispoli ne peut être considérée comme une forme éteinte caractéristique ; ce n'est guère qu'une variété de la *N. semistriata* BR., grande espèce comprenant une foule de formes vivantes encore mal définies.

<i>Dosinia exoleta</i> L.	<i>Nassa prismatica</i> BR.
<i>Venus ovata</i> PENN.	— <i>semistriata</i> BR. var. aff. <i>calabrensis</i> GIGN.
— <i>gallina</i> L. var. aff. <i>laminosa</i> LASKEY.	<i>Chenopus pespelecani</i> L.
— <i>multilamella</i> LAMK.	<i>Turritella tricarinata</i> BR.
<i>Mastra subtruncata</i> DA COSTA.	<i>Calyptræa chinensis</i> L.
<i>Corbula gibba</i> OLIVI.	<i>Natica millepunctata</i> L.
<i>Trophon muricatus</i> MTG. var.	<i>Fissurella italica</i> DEFR.

Au point de vue *stratigraphique* on peut résumer ainsi la coupe :

A la base de la colline, près de la mer, affleurent des *argiles bleues* à faciès profond, dont on ne peut dire, en l'absence de fossiles, si elles appartiennent encore au Pliocène ancien, ou déjà au Pliocène supérieur : ces argiles sont exploitées pour des fabriques de tuiles, et elles forment les falaises supportant le plateau de Vasto.

Sur ce plateau, on observe des *cailloutis* et conglomérats à rapporter au *Quaternaire ancien*. Ils ne viennent pas, en effet, s'intercaler dans la série pliocène, puisqu'on voit celle-ci se continuer, à un niveau supérieur, par des *argiles* encore profondes. C'est dans des bancs plus *sableux*, intercalés dans les argiles supérieures, que se trouve le gisement étudié ici ; un peu au-dessus, viennent des cailloutis rouges, formations continentales, sans doute restes d'une ancienne plaine côtière du *Quaternaire ancien* : car ces cailloutis ravinent la série pliocène, laquelle se continue, encore marine, jusqu'au sommet (250 m.) des collines dominant la route ; on voit là des sables plus blancs, agglomérés en grès calcaires.

Ainsi notre coupe n'atteint point encore ici le sommet du remblaiement pliocène.

Néanmoins *la faune* citée plus haut a déjà un cachet extrêmement *récent*. Toutes ses espèces sont encore vivantes dans la mer voisine, et on ne peut songer à y voir du Pliocène ancien. Les couches fossilifères ont d'ailleurs un faciès d'ensemble des plus répandus dans le Calabrien : ce sont des sables argileux à *Venus multilamella*, *Chlamys opercularis*, *Turritella tricarinata*. Elles se sont donc formées dans des eaux assez profondes, bien que la présence, dans les couches supérieures, de grandes Huîtres du groupe *edulis*, indique déjà une tendance à l'émer-sion.

En résumé, nous pouvons conclure que les argiles et sables argileux subapennins de la région de Vasto appartiennent, par leur sommet tout au moins, à la partie supérieure du Pliocène (*Calabrien*) ; pour y trouver des faunes du Pliocène ancien, il faudrait s'adresser à des assises plus inférieures, lesquelles ne

paraissent pas fossilifères aux environs immédiats de Vasto. Elles le sont au contraire, plus au Nord, comme nous le verrons, dans la région de Teramo.

2^o La région de Chieti.

La région de Chieti, située à peu près à mi-chemin de la mer et des Monts de la Majella, va nous montrer encore la même coupe, où les termes supérieurs sont toutefois plus visibles et mieux développés.

A la base des collines de Chieti, se montrent partout des argiles pliocènes, plus ou moins sableuses, fréquemment exploitées, mais où je n'ai point vu de fossiles. Ceux-ci n'apparaissent guère, comme d'ordinaire, que dans les couches supérieures, formant passage aux sables jaunes. La colline de Arenazza, qui s'élève au Nord de Chieti, est particulièrement propice à l'étude de ces termes supérieurs. On peut y constater que le passage des argiles aux sables s'y effectue par transitions insensibles, avec intercalations répétées. C'est dans cette zone de passage que j'ai récolté la faunule citée ci-dessous. Au sommet de la colline, on arrive ainsi à des sables jaunes, souvent durcis en grès exploités comme moellons, et dans lesquels il n'y a plus de fossiles. Vers le haut, ces grès deviennent très grossiers et renferment des intercalations de cailloutis. Mieux qu'à Arenazza, ces cailloutis peuvent s'étudier sur la colline même de Chieti, en particulier près de la Porta S. Anna, où ils ont été mis à jour par la tranchée du tramway et par les fondations de diverses constructions. Mais ici, vers 300-330 m., on n'arrive point encore à l'extrême sommet de la série pliocène, car on ne retrouve plus la topographie en plateau si caractéristique des fins de cycles de remblaiement : l'érosion a entièrement morcelé ces plateaux ; mais ce sont eux sans doute que l'on retrouverait plus près des montagnes, dans la région de Manopello et dans celle de Guardiagrele-Orsogna, où leur profil rectiligne se dessine nettement.

Ainsi la série pliocène, argiles, sables et conglomérats¹, a la même constitution que partout ailleurs dans le bassin méditerranéen ; mais la faune nous montre qu'il faut se garder d'assimiler les argiles au Plaisancien et les sables à l'Astien. Car déjà on ne trouve plus, dans la zone de passage des argiles aux

1. Série observée déjà à Chieti par M. de Giorgi, qui ne cite point de fossiles. Cf. C. DE GIORGI. Da Pescara ad Aquila. *Boll. d. R. Comit. geol. d'Italia*, 1877.

sables (vers 250 m. environ), que des espèces vivantes, comme le montre la liste ci-dessous :

<i>Ostrea edulis</i> L.	<i>Solenocurtus antiquatus</i> PULI
<i>Chlamys opercularis</i> L.	<i>Tellina donacina</i> L.
<i>Pinna</i> sp.	<i>Dentalium dentale</i> L.
<i>Pectunculus</i> sp.	<i>Nassa mutabilis</i> L.
<i>Nucula nucleus</i> L.	— <i>gibbosula</i> L.
<i>Cardium tuberculatum</i> L.	— <i>semistriata</i> BR. var. aff. <i>calabrensis</i> GIGN.
— <i>hians</i> L.	<i>Cassidaria echinophora</i> L.
— <i>echinatum</i> L. var.	<i>Chenopus pespelecani</i> L.
<i>Venus multilamella</i> LAMK.	

Bien que cette faunule soit peu abondante, l'absence de toute forme éteinte caractéristique du Pliocène ancien ne nous permet pas d'y voir autre chose que du Pliocène supérieur (*Calabrien*). Ainsi les puissantes argiles de base, sans fossiles, englobent ici sous un faciès profond, tout le Plaisancien, tout l'Astien, et très probablement aussi la partie supérieure du Calabrien.

3° Les environs de Teramo.

Je n'ai pas visité personnellement les environs de Teramo, et je me bornerai à tirer parti des intéressantes indications données sur cette région par M. S. Cerulli-Irelli¹. Cet auteur a récolté des fossiles dans la zone pliocène comprise entre les villages de Colonella, Bellante, Castellalto et Notaresco, et il a distingué ceux provenant des argiles de ceux provenant des sables supérieurs.

D'après la liste de M. Cerulli-Irelli, la *faune des argiles* serait nettement *pliocène ancienne*. On y retrouve en particulier beaucoup de Pleurotomidés éteints, la *Columbella nassoïdes* GRAT., le *Conus antediluvianus* BR., l'*Amussium cristatum* BR., le *Flabellipecten flabelliformis* BR., la *Meretrix islandicoïdes* LAMK., etc.

Par contre, la *faune des sables*, d'ailleurs beaucoup moins riche, ne montre guère, comme formes éteintes, que des espèces ou variétés connues dans le *Calabrien inférieur*. Telles sont :

<i>Arca Darwini</i> MAY.	<i>Cancellaria</i> cf. <i>hirta</i> BR. ²
<i>Arcopagia ventricosa</i> M. DE SERRES.	<i>Nassa gigantula</i> BONELLI.
<i>Dentalium sexangulum</i> LAMK.	<i>Cerithium crenatum</i> BR.
<i>Surcula dimidiata</i> BR.	<i>Turritella tornata</i> BR.

1. S. CERULLI-IRELLI. Molluschi fossili del Pliocene della Provincia di Teramo. *Boll. d. Soc. geol. ital.*, 1896.

2. Citée sous le nom de *C. Brocchii* CROSSE.

Les récoltes de M. Cerulli-Irelli ont donc un double intérêt : 1° Elles nous prouvent, ce à quoi on pouvait d'ailleurs s'attendre, que la *partie inférieure* de la série de remblaiement subapennine, dans cette partie de la côte adriatique comme ailleurs, est bien d'âge *pliocène ancien*, paléontologiquement daté ; 2° Elles nous montrent aussi que les espèces éteintes qui persistent les dernières sont les mêmes que partout ailleurs. Ce sont celles qui caractérisent le *Calabrien inférieur*.

Un peu plus loin au N., les environs d'*Ascoli Piceno* ont été étudiés par Mascarini¹ ; mais ce travail est difficilement utilisable, car l'auteur semble avoir confondu Miocène et Pliocène ; peut-être en a-t-il été de même pour Moderni², qui signale dans le Pliocène (?) de cette région des dispositions tectoniques bien étranges (couches verticales et renversées).

4° Les environs d'Ancône.

Le Pliocène des environs d'Ancône repose sur les couches à Congéries qui entourent le Monte Conero et ont été si bien étudiées par Capellini. On y retrouve à la base les *argiles bleues* habituelles, visibles en une foule de localités (je les ai bien observées en particulier sur la côte au S. de Numana, où elles forment une petite falaise), mais malheureusement dépourvues de fossiles. C'est sans doute du *Pliocène ancien*.

Les *fossiles* n'apparaissent qu'à des *niveaux déjà élevés*, dans des couches plus *sableuses*. Personnellement, j'en ai récolté quelques fragments dans les tranchées de la route de la station d'Aspio à Camerano.

Ostrea edulis L., *Anomia ephippium* L., *Pecten Jacobæus* L., *Chlamys opercularis* L., *Isocardia cor* L., *Ditrupa cornea* L., fragments d'Oursins, etc.

Il est extrêmement probable qu'on est déjà là dans le *Pliocène supérieur*.

Cassetti³ indique à peu près les mêmes espèces à un niveau un peu plus élevé, dans la villa Ricotti, à Camerano : ce sont encore toutes des formes vivantes.

1. A. MASCARINI. Su di alcuni fossili terziari di Monte Falcone Apennino nella provincia di Ascoli-Piceno. *Boll. d. R. Comit. geol. d'Italia*, XI, 1880.

2. P. MODERNI. Osservazioni geologiche, etc. *Boll. d. R. Comit. geol. d'Italia*, 1895 et 1899.

3. M. CASSETTI. Appunti geologici sul Monte Conero presso Ancona e i suoi dintorni. *Boll. d. R. Comit. geol. d'Italia*, XXV, 1905.

Antonelli¹, qui a consacré une petite monographie au Pliocène des environs d'Osimo (Sud d'Ancône), donne également une liste de 36 Mollusques fossiles de cette région : ce sont presque toutes des espèces vivantes banales ; nous y noterons seulement la présence de la *Nucula placentina* LAMK., du *Dentalium rectum* L. (cité comme *D. elephantinum*) et du *Dentalium octogonum* R. E. P., forme abondante au Monte-Mario. Cette faune est donc certainement plus récente que le Pliocène ancien.

Enfin les *termes plus élevés* de la série se voient encore plus nettement en montant au village de Montesicuro : on trouve là, vers 230 m., le passage des sables argileux à des grès de plus en plus grossiers, formant la cime même de la colline de Montesicuro (301 m.) ; mais on n'arrive point encore au sommet du remblaiement, lequel a dû monter, dans les environs d'Ancône, à une altitude de 350 m. au moins.

Et de fait, Antonelli signale, au sommet du Monte della Crescia (360 m.) au S. d'Offagna, des *cailloutis* surmontant les sables jaunes : il est extrêmement probable qu'il faut voir dans ce sommet isolé, le plus haut de la région, un témoin de la grande *plaine d'alluvionnement de la fin du Calabrien*.

M. G. Rovereto², auquel on doit une belle étude morphologique sur le Monte Conero, a précisément reconnu dans cette montagne l'existence de plateformes à 4 *niveaux*, indiquant autant de stationnements de la mer, à 470-570, 350-370, 230, 125 : il rapporte le niveau 230 au Pliocène supérieur. Au contraire, pour les raisons ci-dessus indiquées, il semble presque certain que *le niveau de base de la fin du Pliocène* correspond à la terrasse de 350-370 m. de M. Rovereto : les terrasses moins élevées témoigneraient de cycles quaternaires anciens.

II. — LE CALABRIEN AU SUD DE LA PLAINE DU PÔ

Tout le versant apennin qui regarde la plaine du Pô est véritablement la *terre classique du Pliocène*, puisque c'est là qu'ont été pris les types des divers étages *Plaisancien, Astien, Villafranchien*, qui ont fait fortune, et aussi les dénominations moins heureuses de Tabian, de Fossanien, etc.

La subdivision de la série pliocène en ces *trois termes*, Plaisancien, Astien, Villafranchien, est surtout bien nette dans le

1. G. ANTONELLI. Il pliocene nei dintorni di Osimo e i suoi fossili caratteristici. *Bull. d. Soc. geol. ital.*, IX, 1890.

2. G. ROVERETO. Studi di Geomorfologia, vol. I, Genova, Oliveri e C., 1908.

Piémont : mais ces trois étages ne répondent guère, comme l'a soutenu depuis longtemps M. de Stefani, qu'à des *faciès successifs*, qu'on retrouve partout avec la même superposition : faciès argileux profond, faciès sableux littoral, et, pour le Villafranchien, faciès d'alluvions continentales : toutefois, ce dernier étage est bien caractérisé par un renouvellement de la faune de Mammifères (apparition de l'Éléphant, du Cheval et du Bœuf), qui a commencé, dans le Piémont même, dès l'Astien supérieur marin.

Dans le Piémont, on ne connaît aucune faune marine plus récente que celle de l'Astien ; et on comprend immédiatement que c'est dans la basse vallée du Pô que l'on devait espérer rencontrer une pareille faune, puisque le remblaiement d'une vallée s'est achevé d'autant plus tard qu'on se rapproche plus de son débouché actuel dans la mer.

Et en effet, Foresti et Fuchs¹ avaient déjà remarqué que, dans la région comprise entre Bologne et Ancône, la faune marine se modifie peu à peu dans la série pliocène : à mesure qu'on s'élève dans cette série, le nombre des espèces éteintes diminue (70 p. 100 à la base, 21 p. 100 au sommet, d'après Foresti).

D'ailleurs M. de Stefani² avait attiré l'attention sur la présence, dans l'Émilie, de la *Cyprina islandica* L., espèce caractéristique des couches dites « postpliocènes » de l'Italie du Sud. D'autre part mes propres études en Calabre et en Sicile, en me montrant un « Postpliocène inférieur » ou Calabrien absolument concordant et continu avec le Pliocène ancien, m'engageaient à retrouver ce même Calabrien au sommet de la série pliocène de l'Italie du Nord : c'était en somme l'opinion de M. de Stefani, que mes nouvelles observations n'ont fait que confirmer.

1° Environs d'Imola³.

La ville d'Imola est bâtie au pied même des premières collines subapennines, sur un vaste plateau (à 45 m. d'altitude environ)

1. T. FUCHS. I membri delle formazioni terziarie nel versante settentrionale dell' Apennino fra Ancona e Bologna. *Boll. d. R. Comit. geol. d'Italia*, VI, 1875.

2. Voir surtout le remarquable travail, absolument fondamental. Les terrains tertiaires supérieurs du Bassin de la Méditerranée : *Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, XVIII, 1891.

3. Je garde une bien vive reconnaissance au très regretté professeur Dante Pantanelli, qui m'a fourni beaucoup d'utiles renseignements, et avait spécialement attiré mon attention sur cette région d'Imola.

qui domine de quelques mètres le thalweg du fleuve Santerno. En allant de cette ville vers le Sud, on rencontre d'abord une belle terrasse, à l'altitude de 70 m. environ, sur laquelle est située l'École d'Agriculture.

Cette *terrasse* a été découpée par la vallée d'érosion du Rio Pradella, affluent du Santerno : ainsi en a été isolée une petite colline, connue sous le nom de *Castellaccio* (ou *Castelluccio*), et s'élevant à 76 m. entre le Santerno et le Rio Pradella. Au sommet de la colline se trouve la célèbre *station préhistorique* du Castellaccio, si bien étudiée par le sénateur Scarabelli-Gommi-Flamini : les silex taillés, poteries, ossements divers, etc. trouvés par lui et conservés au Musée de l'Institut technique d'Imola, font de cette station une des plus riches « terramare » de l'Italie¹.

Mais les alluvions de la terrasse du Castellaccio *ravinent* très nettement les couches *argileuses* et *sableuses* de son soubassement, comme on peut bien le voir dans l'étroit ravin du Rio Pradella. Ces sables et argiles nous intéressent seuls ici, car ils renferment une faune marine *pliocène*, la plus *récente* qui soit visible dans la région.

Faune marine du Castellaccio. — Les collections de l'Institut technique d'Imola² renferment un certain nombre de fossiles des sables pliocènes de la région, mais malheureusement la plupart ne portent pas d'indications précises de localités ni de niveaux.

M. Toldo³ a donné (*loc. cit.*, p. 373) une liste de fossiles provenant soit des environs du Castellaccio, soit des sables jaunes (pliocènes supérieurs) rencontrés sous la ville même d'Imola, lors du forage d'un puits artésien : les 23 espèces de Mollusques signalées par cet auteur sont toutes des formes vivantes.

Enfin j'ai pu moi-même faire quelques récoltes dans le ravin du Rio Pradella, immédiatement en amont du pont sur lequel passe la route de l'établissement d'Eau minérale. Les assises argileuses ou sableuses, jaunes ou bleues, qui affleurent là, m'ont fourni la *faunule suivante* :

1. Pour la bibliographie, voir G. TOLDO, Note preliminari sulle condizioni geologiche dei contrafforti apenninici compresi fra il Sillaro e il Lamone. *Bull. d. Soc. geol. ital.*, XIV, 1905 — et G. DE STEFANO, I Mammiferi preistorici dell'Imolese. *Palæontografia italica*, XVII, 1911.

2. Que j'ai pu étudier pendant les vacances grâce à l'obligeance du Bibliothécaire municipal d'Imola.

3. *La Scalaria alternicosta* DEFR., citée par M. Toldo, serait bien une espèce éteinte, mais il n'est pas impossible qu'elle ait été confondue avec une forme vivante.

<i>Ostrea cf. edulis</i> L.	<i>Mastra subtruncata</i> DA COSTA.
<i>Chlamys opercularis</i> L.	<i>Corbula gibba</i> OLIVI.
— <i>septemradiatus</i> MÜLL.	<i>Nassa semistriata</i> BR. var. aff. <i>calabrensis</i> GIGN.
<i>Leda cf. fragilis</i> CHEMN.	— <i>reticulata</i> L.
<i>Cardium edule</i> L.	<i>Turritella tricarinata</i> BR. var.
— <i>echinatum</i> L. var.	— cf. <i>triplicata</i> auct. ¹
<i>Isocardia cor</i> L.	<i>Chenopus pespelecani</i> L.
<i>Meretrix rudis</i> POLI.	<i>Xenophora crispa</i> KÖN.
<i>Venus multilamella</i> LAMK.	
<i>Tapes senescens</i> DOD. var. aff. <i>caudata</i> D'ANC.	

Comme on le voit, cette faunule est composée à peu près uniquement d'espèces *vivantes*; les seules formes sur lesquelles nous ayons à attirer l'attention sont les suivantes²:

Chlamys septemradiatus MÜLL. — Forme à affinités septentrionales, fréquente partout dans le Calabrien.

Tapes senescens DOD., var. aff. *caudata* D'ANC. — C'est la seule espèce éteinte que j'aie rencontrée au Castellaccio; venant du Pliocène ancien, et représentée jusque dans le Quaternaire récent par une forme très voisine, le *T. Dianæ* REQU., cette coquille se rencontre précisément en très grande abondance dans les couches calabriennes supérieures, à faune très littorale, du Monte Mario, au-dessus du niveau classique.

Turritella tricarinata BR. — Représentée par des variétés de passage (cf. var. *pliorecens* Mts.) à la *T. communis* Risso vivante: de telles variétés correspondent à la forme dominante dans le Calabrien.

Ainsi cette faune marine du Castellaccio ne renferme plus aucune des espèces éteintes caractéristiques si abondantes partout dans le Pliocène ancien: elle appartient donc au *Calabrien*, et même, probablement, à une zone assez élevée de cet étage.

Faune de Mammifères du Castellaccio. — Le faciès très littoral (à *Tapes caudatus* et nombreux *Cardium edule*) des lits supérieurs de ces sables du Castellaccio engage à y rechercher les débris de Mammifères, en général abondants dans de telles formations; et de fait, les collections de l'Institut technique d'Imola

1. Pour la nomenclature de cette espèce, voir CERULLI-IRELLI, *Palæontografia italiana*, XVIII, 1912, p. 162.

2. On trouvera dans ma thèse tous les renseignements paléontologiques relatifs à ces diverses espèces.

m'ont montré une pièce intéressante¹ : c'est une molaire typique d'*Elephas meridionalis* NESTI, déterminée à tort *E. antiquus* FALC., et citée sous ce nom par Toldo; elle provient précisément des sables jaunes du Rio Pradella. Cette espèce nous prouve d'abord qu'il ne s'agit point de Quaternaire, au sens où nous avons entendu cette période, et ensuite qu'il ne s'agit pas non plus de Pliocène ancien, puisque les Éléphants sont parmi les formés caractéristiques des faunes pliocènes supérieures, villafranchiennes.

Ainsi la *faune marine calabrienne* se montre *contemporaine de la faune continentale villafranchienne*.

Relations stratigraphiques des sables du Castellaccio. — Les couches sûrement quaternaires les plus anciennes que j'aie vues dans la région sont les *alluvions* de la terrasse du Castellaccio, à 70-80 m. d'altitude. Comme on l'a vu, elles *ravinent* certainement les *sables jaunes*. Par contre, ces derniers apparaissent en *continuité* stratigraphique absolue avec le reste de la *série pliocène*.

Celle-ci comprend comme d'ordinaire des sables jaunes et des argiles bleues. Nous avons étudié au Castellaccio la partie supérieure des *sables jaunes*²; leur partie inférieure se montre de nouveau un peu fossilifère à quelques kilomètres plus au S., près du hameau de Goggianello, à 180 m. d'altitude. environ; les rares espèces que j'y ai rencontrées semblent bien indiquer qu'on est encore dans le Calabrien.

Cette zone fossilifère de Goggianello se trouve, comme d'ordinaire, dans les termes de passage des sables aux *argiles*; quant à ces dernières, on peut les voir en effet, tout près de là, bien développées dans les ravins qui avoisinent la Casa Colombaja (250 m. environ). Là, on ne trouve guère que des *Dentales* profonds, des fragments de *Schizaster*, et d'innombrables *Nassa semistriata* BR., représentées par des variétés de grande taille, entièrement striées (aff. var. *calabrensis* GIGN.). Dans ces argiles de Casa Colombaja, on est d'ailleurs encore bien loin de la base du Pliocène, et il se pourrait qu'elles fussent encore calabriennes :

1. J'y ai vu en outre des molaires de *Rhinoceros* que je n'ai pu déterminer: c'est probablement le *R. etruscus* FALC., ainsi que l'a admis M. Sacco (*Bull. d. Soc. geol. ital.*, XVIII, 1899, p. 414).

2. Leur extrême sommet nous manque, puisqu'il y a eu un ravinement quaternaire; la zone fossilifère du Castellaccio semble bien se retrouver plus en aval sous la plaine, où un puits artésien creusé dans le sous-sol d'Imola a fourni quelques fossiles cités par M. Toldo.

le faciès argileux, dit Plaisancien, engloberait donc ici tout le Pliocène ancien et même une partie du Calabrien.

Plus au Sud enfin, on arriverait à des couches encore plus *inférieures*, et là, les fossiles redeviennent nombreux : la liste qu'en a donnée Toldo (*loc. cit.*, p. 370, gisements du Rio Mescola et du Rio Gambaloro) nous prouve nettement l'âge *pliocène ancien* (plaisancien) de cette dernière faune, localisée d'ailleurs tout près du Miocène, à l'extrême base de la série pliocène.

L'incertitude ne porte donc guère, comme on le voit, que sur la position exacte de la limite entre Pliocène inférieur et supérieur, problème d'intérêt local. L'essentiel est de noter que, dans une *série continue* de couches, la *base* contient la faune *pliocène ancienne*, tandis qu'*au sommet* on voit apparaître à la fois la *faune marine calabrienne* et la *faune continentale villafranchienne*.

2° Environs de Bologne.

Le Pliocène des environs de Bologne ne m'a point montré de gisement fossilifère dans le *Pliocène supérieur* : les beaux gisements de la région classique comprise entre le Torrente Samoggia et le Torrente Lavino appartiennent tous au *Pliocène ancien*, comme le montre la coupe suivante, que j'ai relevée dans cette région, d'ailleurs très bien connue.

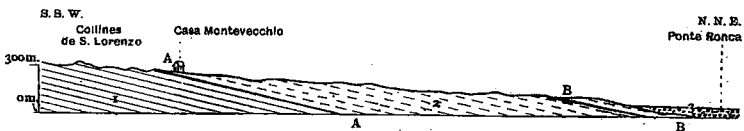


FIG. 1. — COUPE DES COLLINES SUBAPENNINES AUX ENVIRONS DE BOLOGNE.

Échelle des hauteurs et des longueurs : 1/50 000.

3, Alluvions *quaternaires* de la plaine du Pô; 2, Sables jaunes (BB, niveau où se montrent des indices d'une faune *calabrienne*; AA, niveau à faune *astienne* typique); 1, Argiles bleues de S. Lorenzo in colline et de Pradalbino, à faune *plaisancienne* typique.

Les sables 2 de cette coupe montrent de temps en temps des cailloutis dont on ne voit guère les relations avec les sables : ils paraissent intercalés dans la série pliocène; peut-être au contraire la ravinent-elle, et alors ils appartiendraient au Quaternaire ancien.

La coupe nous montre en tout cas qu'il y a *au-dessus du niveau à faune astienne* une épaisseur considérable de sables, et il est extrêmement probable que le *Calabrien* est ici représenté :

j'ai même observé, au sommet de la série (près du mot « Zola » sur la carte à 1/100 000) des intercalations plus argileuses avec débris de fossiles (*Maetra subtruncata* DA COSTA, *Corbula gibba* OLIVI) qui seraient peut-être l'indice d'une faune calabrienne.

3° Environs de Reggio-Emilia.

Des faits analogues m'ont été montrés par les collines situées sur la rive droite du Torrente Crostolo, entre Vezzano et Scandiano, et dont je donne aussi une coupe.

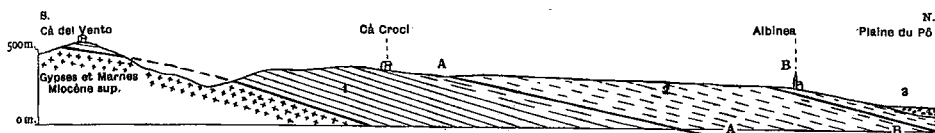


FIG. 2. — COUPE DES COLLINES SUBAPENNINES AU SUD DE REGGIO-EMILIA.

Échelle des hauteurs et des longueurs : 1/50 000.

3, Alluvions quaternaires de la plaine du Pô; 2, Sables jaunes sans fossiles (BB, Niveau fossilifère à *Chlamys septemradiatus*, Calabrien; AA, Niveau fossilifère à *Turritella subangulata* et *Chlamys opercularis*); 1, Marnes bleues (Pliocène ancien).

L'interprétation de cette coupe est la même que celle de la précédente¹; mais ici, le faciès sableux, avec les couches fossilifères visibles, un peu au N. de Cà Croci (petits ravinements à l'E. de la route d'Albinea) paraît néanmoins commencer un peu plus tard; car on n'a point ici la faune astienne typique, comme le montre la petite faunule que j'ai moi-même récoltée près de la Casa Croci; la seule espèce franchement éteinte est la *Turritella subangulata* BR.

Pecten Jacobæus L.
Chlamys opercularis L.
Pectunculus sp.
Cardium echinatum L. var.
 — *aculeatum* L.
Venus ovata PENN.
 — *multilamella* LAMK.
Dosinia aff. *lincta* PULTN.
Lucina borealis L.

Corbula gibba OLIVI.
Raphitoma attenuata Mrg.
Nassa limata CHEMN.
 — *semistriata* BR.
Turritella subangulata BR.
 — *tricarinata* BR.
Natica millepunctata L.
Chenopus pespelecani L.
Fissurella græca L.

1. Le regretté professeur Pantanelli m'avait indiqué, comme gisement possible de Pliocène supérieur, les collines de Cà Bertacchi, Cà del Vento; je n'ai trouvé là, au-dessus du Miocène, què des lambeaux insignifiants d'argiles bleues, avec débris d'*Amussium cristatum* BR., ce qui établit leur âge pliocène ancien, résultat bien d'accord avec leur situation stratigraphique indiquée par la coupe ci-dessus.

20 mai 1915.

Bull. Soc. géol. Fr. XIV. — 22.

On est donc là probablement *tout près du Calabrien*.

La *partie supérieure* des sables jaunes est malheureusement très pauvre en fossiles, et, surtout, les cultures empêchent les observations ; c'est à grand peine que j'ai pu réunir, dans les champs au Sud-Ouest d'Albinea, les espèces suivantes :

<i>Chlamys opercularis</i> L.	<i>Venus multilamella</i> LAMCK.
— <i>septemradiatus</i> MÜLL.	<i>Corbula gibba</i> OLIVI.
<i>Pectunculus</i> sp.	<i>Cassidaria echinophora</i> L.
<i>Cardium echinatum</i> L. var.	<i>Turritella tricarinata</i> BR.

Cette faune à *Chlamys septemradiatus* MÜLL., jointe aux arguments d'ordre stratigraphique, nous conduit à voir là du *Calabrien*.

4° Région de Castellarquato.

La localité de Castellarquato est universellement connue, puisque c'est là que se trouve peut-être le meilleur *type de l'étage plaisancien*. Mais, comme il arrive souvent en pareil cas, on s'est en général fort peu préoccupé d'en décrire la stratigraphie d'une manière précise, et on trouve cités le plus souvent, avec la seule indication « Plaisancien, Castellarquato », des fossiles provenant de divers niveaux du Pliocène.

Un excellent travail stratigraphique a néanmoins été publié assez récemment par T. Levi¹ ; sauf en quelques points importants, sur lesquels j'aurai à insister, mes propres observations sont entièrement conformes à celles exposées dans ce travail. En raison de l'importance de cette localité type, dont la coupe est généralement peu connue en France, je crois bon de revenir sur le sujet.

Nous serons conduits à distinguer dans la série pliocène de Castellarquato : — à la base, des *argiles bleues* — puis, au-dessus, une très épaisse formation de *sables jaunes*, dans lesquels nous examinerons séparément des sables inférieurs, à faune *astienne*, et des sables supérieurs, où apparaît la faune dite *postpliocène* à *Cyprina islandica* L.

A. LES ARGILES BLEUES (PLAISANCIEN). — Comme presque partout dans le bassin méditerranéen, le Pliocène inférieur a ici le faciès d'argiles bleues : et c'est surtout vers la partie supé-

1. T. LEVI. Osservazioni sulla distribuzione dei fossili negli strati pliocenici di Castellarquato. *Rivista ital. Palæontologia*, anno IV, fasc. 2, Bologne, 1900.

rieure de ces argiles que se trouve la faune « *plaisancienne* » *extraordinairement riche* qui a rendu cette localité célèbre. Ces argiles sont très faciles à étudier le long de la falaise S.W.-N.E. qui domine la route de Castellarquato à Lugagnano : comme toutes les couches pliocènes plongent légèrement vers le N.N.W., il s'ensuit que cette falaise nous montrera des couches d'autant plus récentes qu'on s'avancera plus vers le N.E., c'est-à-dire vers Castellarquato.

B. LES SABLES JAUNES INFÉRIEURS (ASTIEN). — Au sommet des argiles apparaît d'abord une *couche de passage* argilo-sableuse, entièrement pétrie d'*Amussium cristatum* Br. ; au-dessus, les assises inférieures des sables jaunes sont durcies en un grès calcaire compact, rempli d'*Amphistégines*, et formant corniche au-dessus des pentes argileuses : c'est au sommet de cet escarpement de grès que s'élèvent les tours crénelées de Castellarquato. Nous retrouvons donc là le faciès des « grès ou calcaires à *Amphistégines* », qui est, à ce niveau, partout si répandu dans les régions méditerranéennes (« pierre lenticulaire » de Toscane, calcaire à *Amphistégines* de Calabre, mollasse de Mustapha, près Alger, mollasse de Biot dans les Alpes-Maritimes, etc.).

Dans l'ensemble, ces sables jaunes inférieurs contiennent la faune dite *astienne*. Mais, à vrai dire, et conformément aux idées soutenues depuis longtemps par M. de Stefani, toutes les différences que l'on peut noter entre les faunes *astienne* et *plaisancienne* sont dues uniquement au *faciès* ; et l'intérêt qu'il y a à conserver ces deux dénominations de *Plaisancien* et d'*Astien*, provient de ce que ces deux faciès se succèdent fréquemment dans le même ordre : ce seront pour nous deux subdivisions d'un seul et même étage pliocène ancien.

Succession des faunes dans ces sables. — Néanmoins, comme bien des auteurs (Foresti, Fuchs, etc.) l'ont remarqué, la *proportion des espèces éteintes diminue* au fur et à mesure qu'on s'adresse à des *niveaux plus élevés*.

Le plus riche *gisement fossilifère* de ces sables inférieurs des environs de Castellarquato se trouve dans le petit vallon qui passe au N. de la ville, appelé le *Rio Riorzo* : T. Levi a donné de ces sables du *Rio Riorzo* une longue liste de fossiles, comprenant 130 espèces, dont 85 (soit 35 p. 100) sont éteintes, alors que cette proportion était de 50 p. 100 dans les argiles.

A ce même point de vue, j'ai pu faire quelques observations

intéressantes un peu à l'Ouest de Castellarquato, au confluent du *Torrente Chiavenna* avec le *Rio Stramonte*, qui coule en dessous du village de Diolo ; les falaises escarpées qui dominent le confluent permettent de suivre pas à pas la série des couches, en faisant des récoltes de fossiles à tous les niveaux.

Au niveau même du thalweg, près du confluent, on retrouve d'abord les grès à *Amphistégines* (basé de l'Astien), recouvrant un Plaisancien bien développé et extrêmement fossilifère plus en amont, dans la vallée du Rio Stramonte (car les couches plongent vers l'aval).

Au-dessus de ces grès viennent des sables assez grossiers, contenant même, vers 200 m. d'altitude un banc épais de cailloutis. Les sables inférieurs correspondent donc à peu près au niveau du Rio Riorzo : leur faune est encore pliocène ancienne ; on y trouve en particulier le *Flabellipecten flabelliformis* BR. et l'*Amussium cristatum* BR., accompagné de beaucoup d'autres espèces éteintes.

A partir de 250 m. d'altitude, les espèces éteintes se font plus rares : les deux Pectinidés que je viens de citer se rencontrent encore jusqu'à 260 m. environ, mais à l'état d'individus isolés. Puis, vers 280 m., les seules espèces éteintes que j'aie rencontrées sont :

Arca syracusensis MAY.

Nucula placentina LAMK.

Cardium multicostratum BR.

Dentalium octogonum R. E. P.¹

Mitra fusiformis BR. var. *mariana*

CERULLI-IRELLI.

Chenopus uttingerianus RISSO.

Turritella tornata BR.

Scalaria corrugata BR.

Niso eburnea RISSO.

On verra dans ma thèse que ces espèces sont précisément les formes éteintes persistant encore dans le Calabrien inférieur (niveau du Monte Mario et de Vallebiaja) ; en particulier toutes, sauf la *Scalaria corrugata* BR., qui n'a pas encore été citée dans le Calabrien, se rencontrent au Monte Mario ; à ce point de vue, j'attirerai spécialement l'attention sur la grande *Mitra*, absolument identique à une forme du Monte Mario qui a été figurée par M. Cerulli-Irelli².

1. A vrai dire ce Dentale est d'interprétation douteuse et ne peut être considéré comme une forme éteinte caractéristique (voir GIGNOUX, Form. plioc. et quat. Italie du S., *loc. cit.*, p. 469) ; je ne le signale ici que parce qu'il est identique à une forme du Monte Mario, retrouvée par moi dans d'autres gisements calabriens.

2. S. CERULLI-IRELLI. Fauna malacologica mariana. *Palæontografia italica*. XVII, 1911, pl. xxi, fig. 21.

Ainsi ce *niveau supérieur* du Rio Stramonte peut être raisonnablement considéré comme appartenant déjà au *Calabrien inférieur* ; bien entendu, là comme ailleurs, il n'est pas possible de mettre une *limite* précise entre Astien et Calabrien. La série des couches se prolonge d'ailleurs *au-dessus de ce niveau* : on observe en effet, sur le sommet le plus élevé (Casa della Costa) de la crête, près du village de Diolo, des intercalations un peu plus argileuses, mais à faciès paraissant néanmoins plus littoral : je n'y ai point trouvé de fossiles, mais il est probable que ces assises représentent l'équivalent des « couches postpliocènes à *Cyprina islandica* L. », que nous allons étudier plus près de Castellarquato.

C. LES COUCHES « POSTPLIOCÈNES » A *CYPRINA ISLANDICA* L. (CALABRIEN). — Il est facile de s'apercevoir que la *série pliocène de Castellarquato* comprend encore tout un complexe de couches, fort important, *plus récent que les niveaux classiques plaisancien et astien* dont nous venons de parler. Car les crêtes sur lesquelles est bâtie la ville, et qui sont formées par les grès à Amphistégines et les sables jaunes du Rio Riorzo ne sont que l'extrémité d'un massif de collines qui s'étend bien plus loin vers le N.N.W., dans la direction de Sabbionara et du Torrente Chiavenna : comme les couches plongent précisément vers le N.N.W., il s'ensuit que ces collines nous montreront des assises d'autant plus récentes que nous nous avancerons plus dans cette direction.

Malheureusement, ces *couches supérieures* sont *beaucoup moins fossilifères* et moins faciles à étudier que les niveaux classiques plus anciens : car, grâce à quelques intercalations argileuses, elles donnent un sol plus humide couvert de végétation et de cultures ; les meilleurs affleurements sont localisés dans le fond de petits ravins peu aisément accessibles. Aussi s'explique-t-on que leur étude ait été assez négligée. M. de Stefani a eu le mérite d'appeler l'attention sur elles, fort brièvement d'ailleurs ; et T. Levi les a ensuite décrites avec plus de détails.

Les *affleurements* étudiés par T. Levi sont situés, l'un sur la rive droite du Torrente Chiavenna, à la *Casa Germale*, un peu au S. de Sabbionara, l'autre dans le ravin du *Rio Bertacca*, qui se jette dans le Torrente Chiavenna près de Sabbionara (toutes ces localités sont indiquées sur la carte topographique à 1/25 000). J'ai visité moi-même ce dernier gisement et j'ai observé en outre dans les tranchées de la nouvelle route au S. de Cerreto (vallée de la Chiavenna), un affleurement qui me paraît se rattacher à la même zone.

Position stratigraphique. — On ne peut observer sur une même coupe continue, les relations stratigraphiques de ces gisements avec les assises pliocènes anciennes. Mais il est néanmoins bien certain, d'après le plongement des couches et la topographie, que ce niveau à *Cyprina islandica* est nettement *plus récent* que tous les niveaux classiques, plaisanciens et astiens; j'insiste sur ce point, car il ne résulte pas très clairement des travaux antérieurs.

PANTANELLI a même parlé des couches à Cyprines du Rio Bertacca comme inférieures aux grès à Amphistégines, ce qui en ferait stratigraphiquement du Plaisancien. Ce qui a pu donner lieu à cette erreur, c'est peut-être que, au-dessus du gisement du Rio Bertacca, on voit, épars à la surface des plateaux, des blocs de grès calcaires : mais ils n'ont absolument rien de commun avec les grès à Amphistégines, et ils représentent au contraire l'extrême sommet du Pliocène marin.

T. LEVI a bien reconnu que les couches à Cyprines étaient postérieures aux grès à Amphistégines, mais il les considère comme contemporaines des sables de Riorzo, à faune astienne, auxquels elles passeraient latéralement. D'après la situation des gisements et l'allure des couches, j'ai déjà dit au contraire que les assises du Rio Bertacca paraissent nettement supérieures à celles de Riorzo.

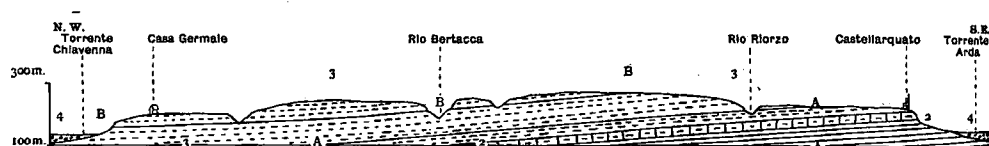


FIG. 3. — COUPE DES COLLINES AU W.N. DE CASTELLARQUATO.

Échelle des hauteurs et des longueurs : 1/25 000.

4, Alluvions modernes ; 3, Sables jaunes (BB, Niveau argilo-sableux à *Cyprina islandica* : Calabrien ; AA, Niveau de Riorzo à faune astienne) ; 2, Grès calcaires à Amphistégines : Astien ; 1, Marnes bleues à faune plaisancienne typique.

Enfin on peut voir que les couches à Cyprines du Rio Bertacca ne représentent pas *les derniers termes* visibles de la série pliocène, comme le montre une coupe qu'on peut observer sur la rive droite de ce Rio, dans la partie supérieure de son cours ; j'ai reconnu là, après T. Levi, au-dessus des sables argileux à *C. islandica*, une épaisseur assez grande (25 m. d'après cet auteur), de *sables jaunes littoraux à Huitres et à Pétoncles* : la série se termine par des bancs de *cailloutis* et par les *grès calcaires* grossiers signalés plus haut.

La coupe ci-dessus, différant en quelques points de celle déjà publiée par T. Levi, résume ces conclusions.

Faune des couches à Cyprina islandica. — Il a été publié d'innombrables listes de fossiles des environs de Castellarquato, mais nous ne pouvons les utiliser ici, car elles ont été établies sans distinctions de niveaux. Seule une liste donnée par T. Levi se rapporte exclusivement au gisement à Cyprines du Rio Bertacca.

Cette liste comprend trente espèces de Mollusques ; elle nous indique un faciès peu profond bien qu'argileux (à *Nassa reticulata* L., *Cardium edule* L., *Ostrea* gr. *edulis* L., *Cladocora cespitosa* GUALT., etc.), mais non encore vraiment côtiers puisqu'on y trouve *Isocardia cor* L., *Venus multilamella* LAMK., etc.

Les seules espèces éteintes qu'on y relève sont :

Tapes senescens DOD., *T. vetula* BAST., *Cerithium varicosum* BR.

La première de ces espèces appartient à un groupe qui persiste, avec le *T. Dianæ*, jusque dans le Quaternaire récent, et qui, précisément, est toujours abondamment représenté dans le Calabrien littoral (Monte Mario), comme je l'ai rappelé plus haut. Le *T. vetula*, cité ici par Levi, est au contraire une espèce très archaïque, à affinités miocènes, mais qui a été souvent confondue avec les formes du groupe *eremita* BR.-*rhomboides* PENN. ; il est donc très probable qu'on a affaire ici à une des variétés calabriennes (cf. var. *antiqua* GIGN.) du *T. rhomboides*. Enfin le *Cerithium varicosum* est fréquent partout dans le Calabrien.

Mes propres récoltes au Rio Bertacca m'ont fourni la faunule suivante :

- | | |
|---|---|
| <i>Ostrea edulis</i> L. | <i>Capsa fragilis</i> L. |
| <i>Chlamys glaber</i> L. var. | <i>Dentalium inæquicostatum</i> DAUTZ. |
| — <i>opercularis</i> L. | <i>Trophon muricatus</i> MTG. |
| <i>Pectunculus</i> sp. | <i>Nassa semistriata</i> BR. |
| <i>Arca lactea</i> POLI. | <i>Meretrix rudis</i> POLI. |
| <i>Cardium tuberculatum</i> L. | <i>Venus verrucosa</i> L. |
| — <i>aculeatum</i> L. | — <i>gallina</i> L. |
| — <i>papillosum</i> POLI. | <i>Dosinia exoleta</i> L. var. cf. <i>lenticularis</i> Sow. |
| — <i>exiguum</i> GMEL. var. <i>subangulata</i> SCACCHI. | <i>Lucinopsis undata</i> F. et H. |
| — <i>hians</i> L. | <i>Tapes aureus</i> GMEL. |
| <i>Cyprina islandica</i> L. | <i>Donax venustus</i> POLI. |
| <i>Corbula gibba</i> OLIVI. | <i>Solen ensis</i> L. |
| <i>Pholas dactylus</i> L. | <i>Mactra corallina</i> L. |
| <i>Tellina pulchella</i> L. | — <i>subtruncata</i> DA COSTA. |
| — <i>tenuis</i> DA COSTA. | <i>Lutraria lutraria</i> L. |

Nassa reticulata L.
Columbella scripta L.
Cassidaria echinophora L.

Turritella tricarinata BR. var. *communis* RISSO.
Natica josephinia RISSO.
Natica millepunctata L.

comprenant 21 espèces non citées par Levi, ce qui porte à 51 le nombre total des espèces différentes reconnues jusqu'à présent dans ces couches à Cyprines.

J'y ai été frappé surtout par l'abondance des *Venus* (*Chamaelea*) *gallina* L., variété de très grande taille, et des *Dosinia exoleta* L., représentées par une forme un peu particulière, très analogue à celle que M. Cerulli-Irelli a rencontrée au Monte Mario, et figurée sous le nom de var. *lenticularis* Sow. Ces deux espèces dominantes n'ont rien de bien caractéristique au point de vue général ; mais elles fournissent néanmoins un bon critérium local pour suivre le niveau en question. Ainsi je les ai retrouvées, avec la même abondance et les mêmes caractères, dans les tranchées de la route qui suit la rive droite de la Chiavenna, un peu au Sud de Cerreto.

D. CONCLUSIONS. — Ainsi, à Castellarquato, la série pliocène se prolonge beaucoup au-dessus des assises plaisanciennes et astiennes, par des couches à faune récente, où ne se rencontrent plus que les rares espèces éteintes habituelles du Calabrien, et où se trouve en outre la *Cyprina islandica* L.

C'est ce que n'a point vu M. Sacco, puisque cet auteur cite la *C. islandica* dans le Plaisancien du Plaisantin, et s'en autorise pour refuser toute valeur stratigraphique à cette espèce. T. Levi, qui a mieux reconnu la succession des zones, continue néanmoins à rattacher les couches à Cyprines au Pliocène ancien, faisant valoir deux arguments : ce serait d'abord, d'après lui, le fait que ces couches se trouvent au même niveau stratigraphique que les sables de Riorzo, sûrement astiens. Nous avons vu que cette opinion ne saurait être confirmée. Ensuite le même auteur dit avoir récolté le *Chlamys scabrellus* LAMK., espèce archaïque, dans les sables jaunes à Pétoncles superposés aux couches à Cyprines. Cet argument ne paraît pas non plus avoir une grande valeur ; personnellement je n'ai pas rencontré le *C. scabrellus* à ce niveau et j'ai montré ailleurs qu'il était assez difficile d'utiliser cette forme comme espèce caractéristique. Certaines variétés, à la vérité voisines du *C. opercularis* L., montent jusque dans le Calabrien du Monte-Mario, où M. Cerulli-Irelli les a décrites et figurées ; et même, une forme très voisine, le *C. commutatus* MRS. = *C. scabrellus* var. *Philippii* RECLUZ in DE STEF., est encore vivante dans la Méditerranée.

Tout nous porte donc à adopter pleinement l'opinion déjà exprimée par M. de Stefani, c'est-à-dire à *considérer les couches à Cyprines de Castellarquato comme contemporaines des couches « postpliocènes » de Vallebiaja et du Monte Mario* : c'est l'étage calabrien, dans la nomenclature que j'ai adoptée.

Il y a en particulier une *similitude* frappante dans la constitution de la série pliocène à *Vallebiaja* (Toscane) et à *Castellarquato*, sur les deux versants de l'Apennin. Mêmes argiles bleues *plaisanciennes*, avec la faune d'Orciano en Toscane, de Castellarquato dans le Plaisantin — mêmes sables jaunes *astiens* avec leurs intercalations de grès à Amphistégines — enfin, au-dessus de ces sables, mêmes couches argilo-sableuses à *Cyprina islandica* et faune *calabrienne*.

J'ajouterai que M. de Stefani a confirmé encore la présence de la *Cyprina* dans d'autres localités du versant nord de l'Apennin. Il cite ainsi : le Rio Stramonte¹, le Rio della Gatta (extrêmement voisin du Rio Bertacca, près Castellarquato), Cusignano (province de Parme), le Rio dei Coppi, près Traversetolo et Tabiano. Dans ces deux derniers gisements de l'Emilie, M. de Stefani donne également une liste de huit espèces de Mollusques, toutes vivantes, qui accompagnent la Cyprine. N'ayant pas visité moi-même ces localités, je me borne à rappeler ici les très intéressantes indications de M. de Stefani, en faisant remarquer que, la présence de l'étage calabrien près de Castellarquato étant bien établie, il est tout naturel que d'autres gisements de cet étage se retrouvent dans la même région, surtout du côté de l'Est; vers l'Ouest le dernier affleurement connu est, comme le fait remarquer M. de Stefani, celui du Rio Stramonte, près Castellarquato.

III. — RÉSUMÉ GÉNÉRAL.

1° *Les faunes marines*. — Sur tout le versant N.E. de l'Apennin, depuis l'Italie méridionale jusqu'aux environs de Plaisance, nous voyons se succéder, dans une série de remblaiement *continue*, deux faunes distinctes : l'une est la faune *pliocène ancienne* ; l'autre a un cachet récent : elle ne diffère plus de celle de la Méditerranée actuelle que par la présence d'un très petit nombre d'espèces éteintes, *toujours les mêmes* ; de plus, dans l'Emilie, on y voit apparaître la *Cyprina islandica* L. : c'est la faune que

1. Il s'agit probablement des couches tout à fait supérieures, près du village de Diolo (voir plus haut), où je n'ai point trouvé de fossiles.

j'ai appelée *calabrienne*, et c'est le « postpliocène inférieur » de M. de Stefani ¹.

En même temps que se modifie ainsi la faune, le *faciès* devient de plus en plus littoral : aux argiles bleues succèdent des sables jaunes. Quand cette limite des argiles et des sables tombe encore dans le Pliocène ancien, on est en droit de distinguer dans ce dernier un Plaisancien argileux et un Astien sableux ; mais il arrive fréquemment, surtout dans l'E. et le S., que le faciès sableux ne commence que dans le Pliocène supérieur : tout le Pliocène ancien n'est alors représenté que par des argiles à faciès plaisancien, recouvertes directement par le Calabrien.

2° *Les faunes de Mammifères.* — Les faits observés à Imola nous ont montré, une fois de plus que la faune marine *calabrienne* était *contemporaine* de l'*Elephas meridionalis*, c'est-à-dire de la faune continentale *villafranchienne*. J'ajouterai d'ailleurs que l'*E. meridionalis* est apparu même un peu plus tôt, dès le sommet de l'Astien, comme le montrent les faits connus en Piémont et en Toscane ².

3° *La limite du Pliocène et du Quaternaire.* — Je profiterai ici de l'occasion que me fournit cette étude pour préciser encore une fois ce que l'on doit penser de la limite du Pliocène et du Quaternaire dans le domaine méditerranéen.

Il y a certainement, dans la région que nous venons d'étudier, comme aussi dans toute l'Italie, une *continuité stratigraphique* parfaite entre les couches *calabriennes* et celles du *Pliocène ancien* : c'est même la raison, plus ou moins nettement exprimée, pour laquelle beaucoup d'auteurs (MM. Sacco, Pantanelli, Levi) n'ont point admis l'individualité d'un étage « postpliocène » dans ces régions. Aussi, à ce point de vue, semble-t-il naturel de réunir le Calabrien (= Villafranchien) au Pliocène.

1. D'ailleurs le Calabrien ne peut être considéré comme exactement équivalent du « postpliocène inférieur » de M. de Stefani, car cet auteur ne donne pas de définition précise de son étage et y classe des gisements qui me paraissent bien plus récents.

2. De même près de Castellarquato, cette espèce a été rencontrée dans les sables jaunes du Monte Pulgnasco, à un niveau qui serait encore astien, d'après ce qu'en dit T. Levi (*loc. cit.*). Par contre, les niveaux inférieurs du Pliocène sont, dans toute l'Italie, remarquablement pauvres en Mammifères continentaux ; de sorte que beaucoup de géologues italiens n'ont point reconnu l'individualité d'une faune mammalogique pliocène ancienne (faune de Montpellier) distincte de la faune pliocène supérieure.

Voir à ce sujet la classique synthèse de M. CH. DEPÉRET : L'évolution des Mammifères tertiaires ; époque pliocène, *C.R.Ac.Sc.*, CXLVIII, p. 140, 1909.

CLASSIFICATION PROPOSÉE ICI	EXTENSION DES MERS	FAUNES MARINES	FAUNES DE MAMMIFÈRES (C. DEPÉRET)	CLASSIFICATION ADOPTÉE PAR M. HAUG.
Quaternaire { Couches à Stombes. Sicilien.	Mer peu différente de la mer actuelle	Faune avec quelques espèces sénégaliennes Faune dite froide	Faune à <i>Elephas antiquus</i> .	Quaternaire
Pliocène { Sup. = Calabrien. ancien	Mer recouvrant encore toute la plaine du Pô, au moins jusqu'aux environs de Plaisance.	Faune récente, avec <i>Cyprina islandica</i> et seulement quelques rares espèces éteintes.	{ Faune St-Prestienne (DEP.) à <i>E. meridionalis</i> , sans <i>Mastodon</i> . Faune Villafranchienne, à <i>E. meridionalis</i> , <i>Equus</i> , <i>Bos</i> .	
	Mer du Pliocène ancien.	Faune chaude du Pliocène ancien avec beaucoup d'espèces éteintes.	{ Apparition de l' <i>E. meridionalis</i> , coexistant avec <i>Mastodon</i> . Faune pliocène ancienne (DEPERET)	Pliocène

FIG. 4. — LIMITE DU PLIOCÈNE ET DU QUATÉNAIRE MÉDITERRANÉEN, A PROPOS DE L'ITALIE DU NORD.

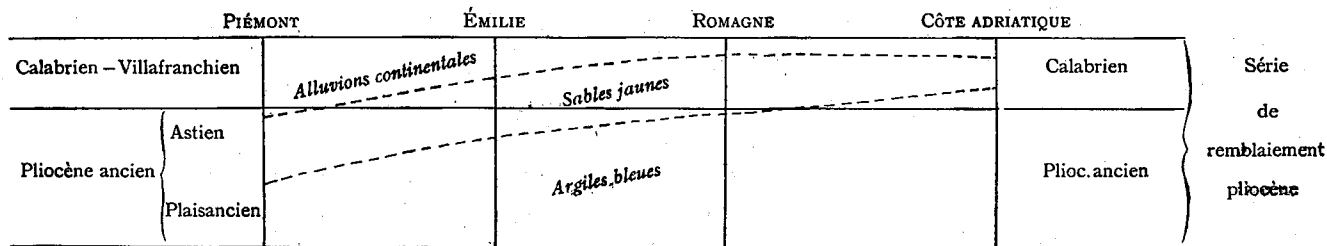


FIG. 5. — SCHEMA MONTRANT L'OBLIQUITÉ DES LIMITES DE FACIÈS (---) PAR RAPPORT AUX LIMITES D'ÉTAGE (—) DANS LE PLIOCÈNE DE L'ITALIE DU NORD. — Le remblaiement continental s'est avancé progressivement du Piémont à l'Adriatique.

Mais si l'on prête attention à l'évolution des faunes, il y a plus de différences entre le Pliocène ancien et le Calabrien qu'entre ce dernier et le Quaternaire. Pour l'histoire des Mammifères en particulier, l'apparition simultanée, par immigration, de toute une faune nouvelle qui comprend les genres *Elephas*, *Equus* et *Bos*, constitue un événement fort important, sur lequel les belles synthèses de M. Depéret ont attiré l'attention, en le plaçant à la base du Pliocène supérieur.

M. Haug au contraire, dans son remarquable Traité de Géologie, a fait une autre convention, en elle-même fort logique : pour lui, ce renouvellement de la faune mammalogique marquerait, par définition, non pas le début du Pliocène supérieur (= Villafranchien), mais le début du Quaternaire. Si l'on adopte cette classification, on voit que le Calabrien serait le faciès marin du Quaternaire inférieur¹. Et cela donnerait à la mer quaternaire une extension insoupçonnée : elle recouvrirait les deux versants de l'Apennin, et s'avancerait dans la vallée du Pô au moins jusqu'à la hauteur de Plaisance : elle se confondrait donc presque avec la mer « subapennine » du Pliocène. Il y aurait là, malgré tout, quelque chose de choquant, et de peu en rapport avec l'idée que l'on se fait ordinairement des changements géographiques survenus entre les périodes pliocène et quaternaire.

Au contraire, en faisant débiter le Quaternaire avec l'âge de l'*E. antiquus*, et en laissant la faune à *E. meridionalis* dans le Pliocène supérieur, on arrive, semble-t-il, à une coupure plus satisfaisante au point de vue de l'évolution paléogéographique. On laisse à la mer pliocène son unité, et on ramène la mer quaternaire à des limites voisines de la mer actuelle, dont elle ne différera guère que par des contours de détail, dans les golfes et à l'entrée des grandes vallées.

1. Et même, d'après les faits rappelés plus haut relativement à l'apparition de l'*Elephas meridionalis* dans le Piémont, on voit que le sommet de l'Astien marin d'Asti devrait être déjà classé dans le Quaternaire.

LE *RHINOCEROS* (*CERATORHINUS*) *TAGICUS*
DU MUSÉE DE FRANCFORT-SUR-MAIN
(OLIGOCÈNE SUPÉRIEUR DE BUDENHEIM, PRÈS MAYENCE)

PAR **F. Roman**¹.

A la partie supérieure de l'Oligocène et à la base du Miocène on rencontre un petit *Rhinoceros* à dentition homéodonte que l'on peut considérer comme la souche, en Europe, du groupe des *Cérorhinés*.

Jusqu'à ce jour, il n'était représenté dans les collections que par des séries dentaires plus ou moins complètes, les os des membres et le crâne n'étaient pas connus. Cette lacune vient d'être comblée par la découverte faite dans les calcaires à Hydrobies de Budenheim, qui terminent la série oligocène dans le bassin de Mayence, d'un squelette entier de cette espèce.

Cette belle pièce, donnée au « Senckenbergischen Museum » de Francfort-sur-Main par M. Emmerich, a été reconstituée entièrement par les soins de M. Drevermann, conservateur de ce musée.

Chargé par M. Drevermann de l'étude de ce squelette, j'ai rédigé un mémoire qui comprendra, outre la description de cette espèce, la révision de la faune de l'Oligocène supérieur du bassin de Mayence. Ce travail devant être publié en allemand, dans les Annales du « Senckenbergischen Museum », j'ai pensé qu'il serait intéressant pour la Société géologique et pour les paléontologistes français de donner, en une courte note, les caractères essentiels de cette intéressante espèce.

Pour ne pas faire double emploi avec le mémoire allemand, qui renfermera une série de planches en phototypie, je me bornerai à donner ici quelques figures au trait, dessinées sur place à l'aide de la chambre claire, et donnant une idée exacte de ce *Rhinoceros*:

RHINOCEROS (*CERATORHINUS*) *TAGICUS* ROMAN

1907. *Rhinoceros* (*Ceratorhinus*?) *tagicus* ROMAN. Le Néogène continental de la basse vallée du Tage, 2^e part., p. 42, pl. III, fig. 1. *Commission du Service géologique du Portugal, Mémoires*, Lisbonne, 1907.

1. Note présentée à la séance du 18 mai 1914.

1908. *Rhinoceros* sp., de Selles-sur-Cher. MAYET. Mammifères fossiles de l'Orléanais. Thèse, *Annales de l'Univ. de Lyon*, nouv. série, fasc. 24, p. 116, fig. 41.
1908. *Rhinoceros tagicus* ROMAN mut. *ligericus* MAYET. *Id.*, p. 112.
1909. *Rhinoceros tagicus* ROMAN. Sur un crâne de *Rhinoceros* conservé au musée de Nérac, p. 13. *Annales de la Soc. linnéenne de Lyon*, t. LVI.
1911. *Ceratorhinus tagicus* ROMAN. Les Rhinocéridés de l'Oligocène d'Europe, pl. VIII, fig. 4, 5, pl. IX, fig. 1, 1 a, 2 ; p. 70, fig. 20. *Archives du Muséum de Lyon*, t. XI.

Tête. — Le crâne du squelette remonté est en partie restauré, mais un deuxième crâne, de la même localité, permet de se faire une idée exacte de cet organe. La partie postérieure, ainsi que les os nasaux et la dentition, sont en très bon état de préservation. La longueur totale du crâne depuis les condyles occipitaux jusqu'à l'extrémité du nez est de 420 mm.

Le profil crânien devait être peu relevé en arrière et les os nasaux devaient s'allonger parallèlement à la mandibule sans se relever, ni se recourber beaucoup vers l'avant. Cette disposition est assez analogue à ce que l'on peut observer chez le *Cer. sansaniensis* LARTET.

Les os nasaux sont allongés et étroits, les bords en sont à peu près parallèles à partir de l'échancrure et ne convergent que tout à fait en avant pour former une pointe peu aiguë. Ils sont peu bombés en dessus et soudés presque jusqu'à leur extrémité.

La surface de ces os est complètement lisse et ne présente de très légères rugosités qu'à la partie tout à fait terminale. Cette espèce ne portait donc pas de *corne nasale* ; l'animal n'en avait pas non plus de frontale.

La profondeur de l'échancrure naso-maxillaire, estimée d'après le deuxième crâne de Budenheim, correspond au bord postérieur de la troisième prémolaire. Elle est donc assez profonde, comme dans l'*Acerotherium platyodon* MERMIER, dans l'*A. lemanense* POMEL, et aussi dans le *Diceratherium asphaltense* DEPÉRET et DOUXAMI. Elle est moins profonde dans le *Cer. sansaniensis* LARTET.

Les os incisifs et la cavité orbitaire ne sont pas conservés. Les arcades zygomatiques sont fortes, mais peu arquées en dehors.

La face occipitale, en très bon état, est presque verticale ; elle ne surplombe qu'à peine les condyles occipitaux. Vue par der-

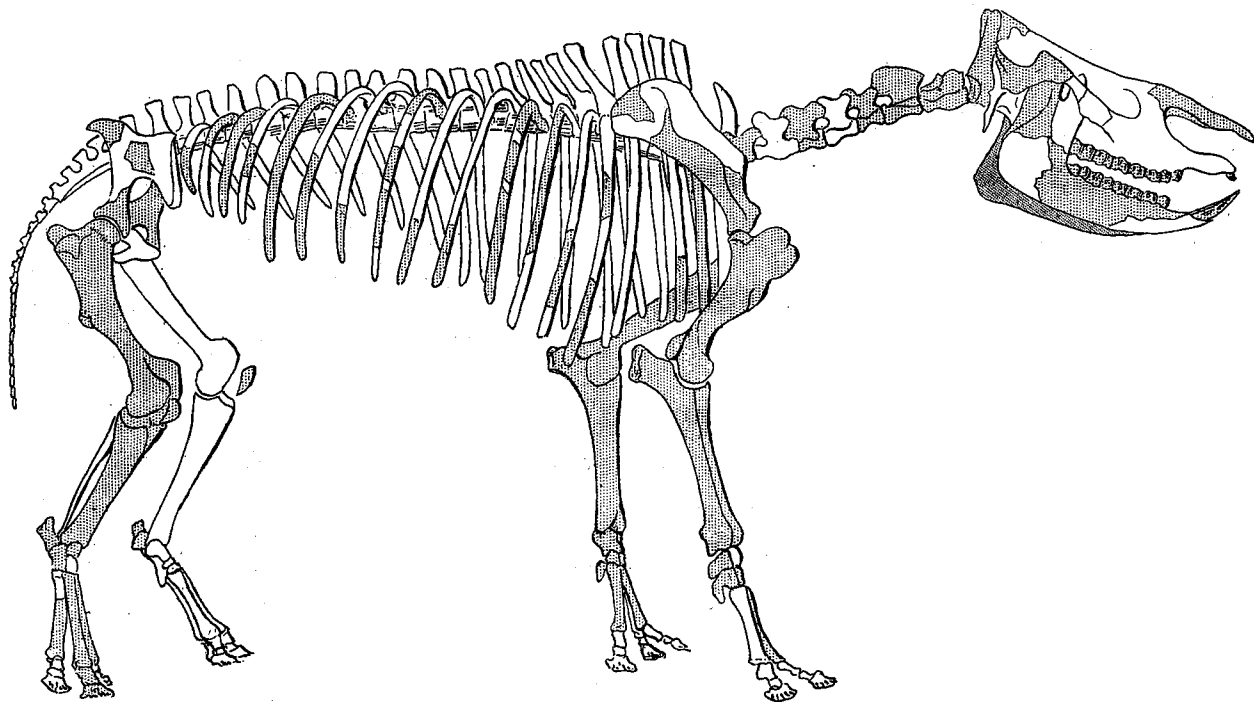


FIG. 1. — SQUELETTE DU *Ceratorhinus tagicus* (1/12 de grandeur naturelle). Budenheim, Musée de Francfort-sur-Main.

rière, cette face est remarquable par son étroitesse et son élévation ; elle se rétrécit au niveau des arcades zygomatiques pour s'élargir un peu à la partie supérieure (fig. 3).

C'est du profil postérieur de l'*Acerotherium occidentale* OSBORN que se rapproche le plus celui du *tagicus*. Les espèces européennes du même niveau sont assez différentes : le *Dic. pleuroceros* DUVERNOY est moins rétréci en son milieu et moins élevé proportionnellement ; l'*A. lemanense* est à peu près dans les mêmes proportions, hauteur et largeur, mais la partie supérieure de l'occiput est plus élargie et plus arrondie. La face occipitale est aussi plus oblique en arrière.

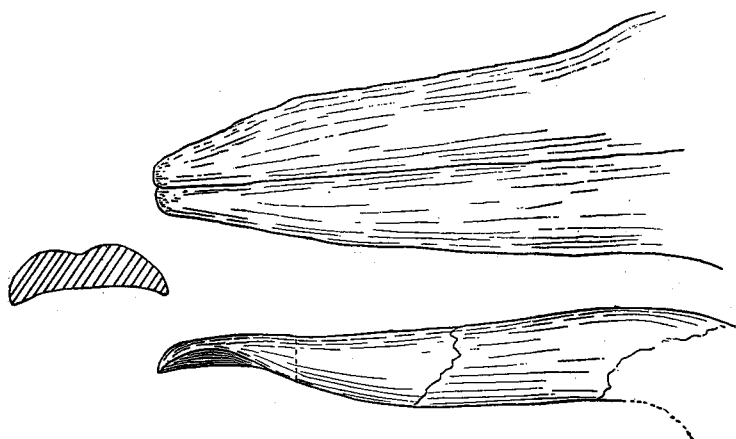


FIG. 2. — Os NASAUX (1/2 de grand. nat.).

A la partie inférieure du crâne, les apophyses mastoïdes sont assez épaisses, presque verticales et peu recourbées en avant. L'apophyse posttympanique est relativement mince, un peu aplatie, et bien séparée de l'apophyse mastoïde.

Dentition. — Le spécimen monté était adulte, mais encore jeune ; la dernière molaire qui avait atteint son développement était peu entamée par l'usure.

M³ triangulaire comme dans les vrais *Rhinoceros*, a une vallée bien ouverte avec un crochet antérieur peu accusé.

La vallée médiane de M² est très oblique, la dent est de forme trapézoïdale tandis que M¹ est de forme plus carrée. Le crochet postérieur est bien développé dans ces deux dents, mais

il est peu volumineux. Le lobe antérieur est plus massif que le postérieur et ne porte pas de crochet antérieur. Le parastyle est grand.

Les *prémolaires* sont très analogues par leur forme aux *arrière-molaires* : cette dentition est donc très homéodonte. On distinguera ces dents par leur bourrelet basilaire bien marqué et continu sur P⁴, P³ et P². Le crochet postérieur est fort et denticulé à son extrémité par des replis d'émail. Ce caractère est très net sur toutes les prémolaires du *Cer. tagicus* que j'ai eues entre les mains. Dans le fond de la vallée on distingue une *crista*, mais le lobe antérieur est très réduit.

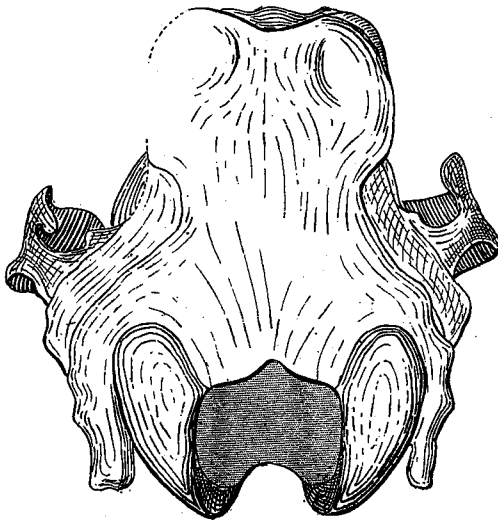


FIG. 3. — FACE POSTÉRIEURE DU CRÂNE (1/2).

La première prémolaire n'existe pas dans le squelette complet, mais elle se trouve à la dentition supérieure du deuxième crâne de Budenheim. C'est d'ailleurs la dentition de ce dernier spécimen dont je donne ici la figuration (fig. 4). Cette première prémolaire a un lobe postérieur assez large, tandis que son lobe antérieur est réduit, une simple lame d'émail longitudinal reliant l'extrémité interne du lobe postérieur de la dent à la muraille externe.

Voici les dimensions, que l'on peut relever sur un certain nombre de spécimens de *Cer. tagicus*, qui permettront de se faire une idée des variations de cette espèce :

21 mai 1915.

Bull. Soc. géol. Fr. XIV. — 23.

Gisements	Dentitions en série continue	Série des 3 M	Série des 3 P	Total probable en tenant compte des manquants
Lisbonne	$M^3 P^2 = 137$ mm	78 mm	59 mm	160 mm
Ulm	$M^3 P^2 = 146$	83	63	164
Selles-sur-Cher	$M^3 P^2 = 164$	94	70	194
Lausanne	$M^3 M^1 = 65$	65	?	150 ?
Chitenay	$M^1 M^2 = 50$?	?	?
Budenheim				
{ Crâne A	$M^3 P^2 = 155$	82	73	175
{ Crâne B	$M^3 P^1 = 176$	96	80	196
Hessler	$M^3 P^2 = 164$	90	74	194

En examinant ce tableau on constate tout d'abord l'identité parfaite des spécimens de Selles-sur-Cher et de Hessler près Biebrich, tandis que le crâne écrasé de Budenheim est le plus grand de tous. Le crâne du squelette remonté est plus petit mais la dentition est plus gracile cependant que celle d'Ulm. Tous dépassent sensiblement la dimension de la pièce de Lisbonne qui est la plus petite de toutes.

Ces diverses dentitions ayant des caractères concordants, il me semble bien difficile de les séparer spécifiquement. Mais d'autre part ces différences de taille ne sont nullement en relation avec le niveau stratigraphique : la plus petite forme étant aussi la plus élevée (Burdigalien de Lisbonne) et la plus grande appartenant encore nettement à l'Oligocène (Budenheim).

Il me semble assez vraisemblable d'admettre, pour expliquer cette anomalie, l'existence de deux séries parallèles évoluant en même temps et dont on trouverait l'origine dans l'Oligocène inférieur.

La trouvaille d'une dent isolée appartenant certainement au même groupe de formes dans le Stampien supérieur de Pechbonnieu (Haute-Garonne) serait un indice de l'apparition des Cératorhinés beaucoup plus tôt qu'on ne le supposait¹.

La dentition inférieure du squelette monté est bien complète

1. La dent à laquelle je fais allusion est conservée dans les collections de l'Université de Lyon. C'est une troisième prémolaire gauche, tout à fait identique à celles de Selles-sur-Cher et de Budenheim par les détails de sa structure. Elle mesure 27 mm. de long sur 31 de large. Elle est par conséquent un peu plus petite que celle de cette dernière localité qui mesure 31 mm. de long.

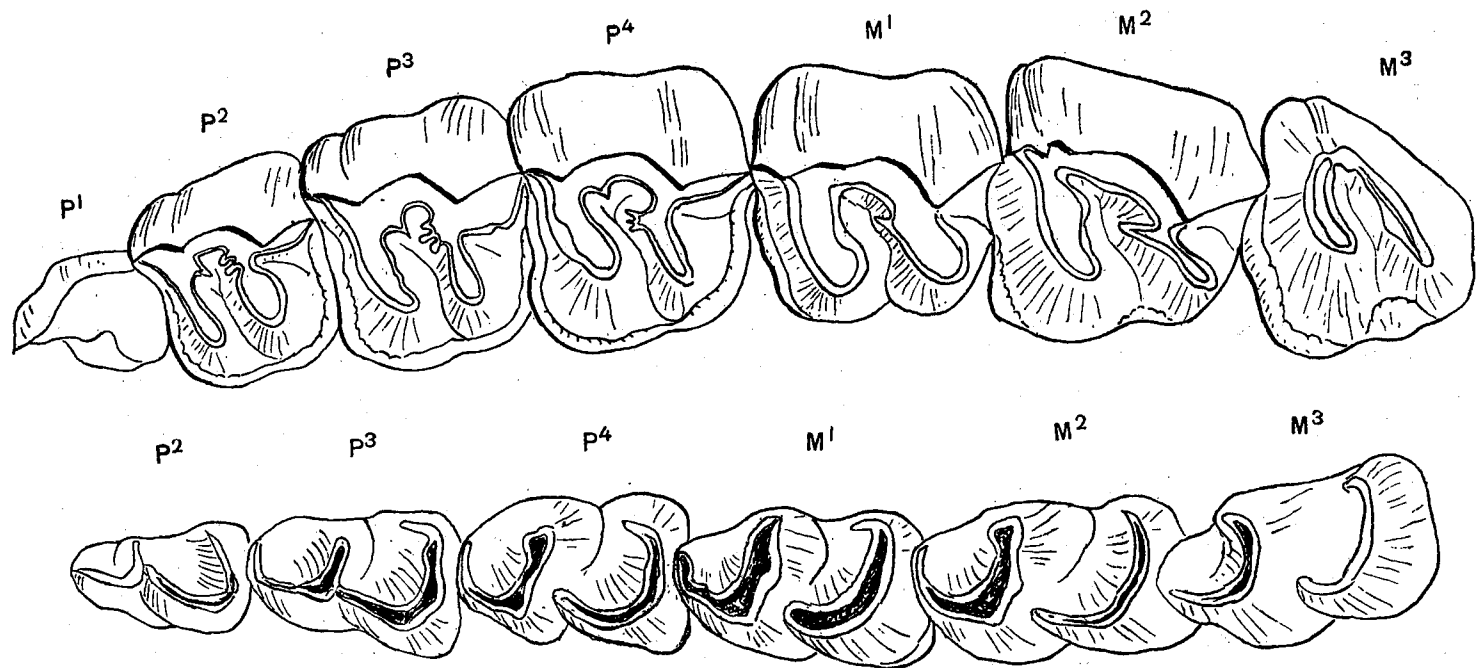


FIG. 4. — SÉRIE DENTAIRE SUPÉRIEURE D'UN CRANE COMPRIMÉ, de Budenheim (Musée de Francfort-sur-Main) (grandeur naturelle).

et porte les six molaires en place. Une alvéole indique l'existence d'une première prémolaire, probablement caduque de bonne heure.

Les molaires n'offrent rien de bien particulier, et comme chez tous les *Rhinoceros*, se composent de deux lobes recourbés. Dans cette espèce le lobe antérieur est plus massif et recourbé à angle droit, le postérieur est à peine arqué. Il n'y a qu'un rudiment de bourrelet basilaire.

La première prémolaire est séparée de l'incisive par une barre remarquablement étendue, qui donne à la symphise de la mandibule une forme très allongée, tout à fait typique.

Cette partie de la mandibule est en parfait état de préservation et montre que les incisives s'inséraient dans la mâchoire presque horizontalement. On peut aussi constater qu'il y avait entre les deux grandes défenses deux petites incisives très réduites représentées par leurs alvéoles.

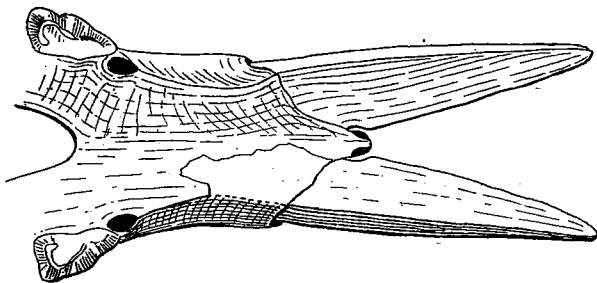


FIG. 5. — SYMPHISE DE LA MANDIBULE DU *Cer. tagicus* (red. 1/2).

Les incisives sont remarquables par leur développement, elles sont très allongées, un peu recourbées vers le haut, à section nettement triangulaire, la face plane à la partie supérieure et les deux côtés tranchants. La racine est à peu près cylindrique, comme on peut le constater sur une autre dent de Budenheim (fig. 6). A la base de la couronne, une petite échancrure permettait le logement des petites incisives médianes.

Cette dent appartient tout à fait au même groupe que celle de l'*Acerotherium platyodon* MERMIER, du Burdigalien du Royans, mais elle est bien plus petite. C'est aussi à ce même type d'incisives triangulaires et à tranchants latéraux que se rapportent celles de l'*Acer. occidentale* LEIDY et celle de l'*A. tridactylum* OSBORN. Dans ces deux espèces les dents sont moins allongées proportionnellement. La symphise offre de grands rapports,

mais les petites incisives médianes sont plus développées dans les espèces américaines.

Les dimensions de la mandibule sont les suivantes :

$$M^3 - M^1 = 88 \text{ mm. ; } P^4 - P^2 = 72 \text{ mm.}$$

Colonne vertébrale. — La plupart des vertèbres cervicales sont conservées dans le squelette de Francfort, mais une bonne partie des apophyses épineuses ont été refaites. L'*atlas* est un peu moins dilaté latéralement que chez la plupart des *Rhinoceros*, et proportionnellement assez court. L'*axis* a une apophyse épineuse relevée d'avant en arrière et aplatie transversalement, qui rappelle celle du *Rhinoc. bicornis* ; son apophyse odontoïde est relativement assez courte et massive.

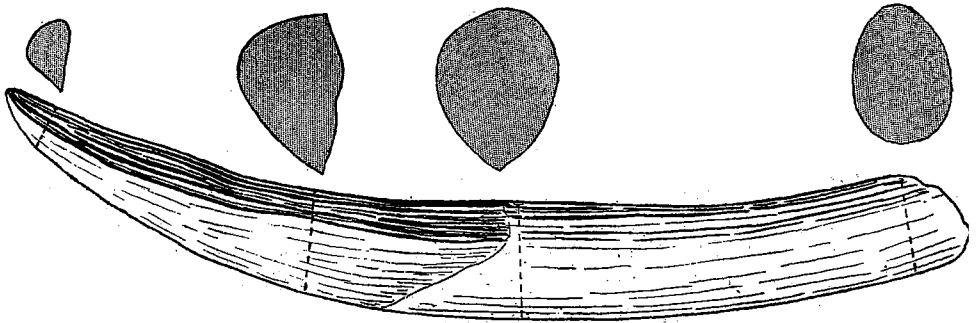


FIG. 6. — INCISIVE DU DEUXIÈME INDIVIDU DU MUSÉE DE FRANCFORT-SUR-MAIN (grandeur naturelle).

La série des 7 *vertèbres cervicales* mesure 36 cm. ; le cou n'était donc pas très long et correspond à un peu moins d'1/5 de la longueur totale de l'animal ; c'est à peu près la proportion que l'on observe chez le *Rh. javanus* actuel.

La *région dorsale* comprend 19 vertèbres, les apophyses épineuses vont très probablement en s'accroissant jusqu'à la 3^e, puis décroissent jusqu'à la 7^e. Ces apophyses sont en partie refaites, sauf les 2^e, 4^e, 5^e, 6^e et 7^e, qui servent de repère. La 11^e est également conservée et s'incline vers l'arrière.

Les *vertèbres lombaires*, le *sacrum* et la *queue* sont tout à fait incomplets.

On peut estimer la longueur de la série dorsale à 0 m. 725, la partie conservée de la colonne vertébrale de l'*atlas* au *sacrum* est de 1 m. 20.

Membre antérieur. — La cavité glénoïde de l'omoplate droite, la seule conservée, est presque circulaire et diffère en cela de l'*A. lemanense* POM. et du *Dic. asphaltense* DEP. et DOUX., qui l'ont oblongue; elle se rapproche par contre de celle du *Rh. bicornis*. L'apophyse coracoïde est assez épaisse, peu proéminente.

L'*humérus* est massif et mesure 235 mm., il est moins tordu et plus allongé que dans la plupart des *Rhinoceros*. La tête en est peu saillante: le grand trochanter antéro-externe est fortement recourbé en dedans et rappelle celui du *R. sansaniensis*, mais l'espèce de Budenheim a une crête deltoïdienne moins saillante. La trochlée est peu oblique, mais sa dépression médiane bien accusée.

Le *radius* est remarquablement allongé dans le *Rh. tagicus*, il est presque aussi long que l'humérus (240 mm., épaisseur au sommet 35, largeur 46). Son extrémité distale est plus volumineuse que son extrémité proximale.

Le *cubitus* est assez aplati transversalement, sa section est à peu près triangulaire; l'olécrane renflé à son extrémité est un peu recourbé en dedans. Il mesure 260 mm. de long et l'olécrane atteint 66 mm. depuis le fond de la cavité.

Comme les autres os de la patte antérieure, les os du *carpe* tendent à l'allongement et contribuent à rendre ce membre grêle et élancé. Ce carpe est donc remarquablement long et proportionnellement bien moins massif que celui du *Dic. asphaltense* qui est relativement trapu et même que celui de l'*A. lemanense*, plus élancé. Le *Rh. sumatrensis* actuel est aussi plus lourd et si ce n'était la différence des genres on pourrait presque comparer, au point de vue de sa forme générale, le carpe du *Rh. tagicus* à celui des Tapirs, qui est à peu près dans les mêmes proportions.

La surface d'articulation du *scaphoïde* avec le *radius* est presque triangulaire, celle du *semilunaire* avec ce même os est convexe en avant et se prolonge en arrière par une surface plus étroite et déprimée. Le *cunéiforme* et le *pisiforme* manquent dans la pièce du Musée de Francfort.

Dans la deuxième rangée, le *trapézoïde* est assez petit, son articulation avec le *scaphoïde* est peu profonde et les articulations latérales sont presque planes. La face antérieure du *grand os* est un peu plus haute que large, sa longue apophyse interne est légèrement recourbée vers le bas et ne touche qu'à peine le *semilunaire*. L'*onciforme* est l'os dont la face antérieure est la

plus grande, il s'articule avec le III^e et le IV^e métacarpiens et ne présente aucune trace d'un cinquième doigt.

Les *métacarpiens* sont au nombre de trois : ces os sont très allongés et assez grêles. Le médian un peu plus fort que les doigts latéraux et un peu plus long, mais la différence n'est pas très considérable. L'articulation avec le grand os est très oblique et plus longue que l'articulation avec l'onciforme.

Dimensions : III^e métarcapien, environ 125 mm.¹ ; épaisseur 13, larg. 25.

Le II^e métarcapien plus court que le III^e, légèrement recourbé en dedans est aussi un peu plus étroit, sa section est ovale : il mesure 115 mm. de long et 11 d'épaisseur vers le milieu.

Le IV^e métarcapien qui est incomplet, est plus fortement courbé que le II : il n'y a pas de surface articulaire à la partie supérieure indiquant un doigt plus externe : il est donc bien certain que la patte antérieure du *Cer. tagicus* était tridactyle.

Les phalanges manquent.

Les documents comparatifs sont peu fréquents parmi les formes oligocènes. On ne peut lui comparer ni l'*A. lemense*, ni le *Dic. asphaltense* dont les doigts sont relativement lourds et trapus. Il est probable que le *Cer. sanzaniensis* était assez élancé, mais on n'a pas décrit de pièces se rapportant avec certitude à cette espèce. Peut-être faudrait-il lui comparer *Rhinoceros simorensis*, si l'on en croit Gervais, qui indique dans la Paléontologie française.² que le métacarpe était plus long que dans aucune autre espèce et qui avait aussi trois doigts.

Parmi les formes américaines *A. tridactylum* OSBORN a des membres à métacarpiens élancés dont les proportions rappellent celles du *C. tagicus*, mais l'avant-bras est plus court dans la forme américaine.

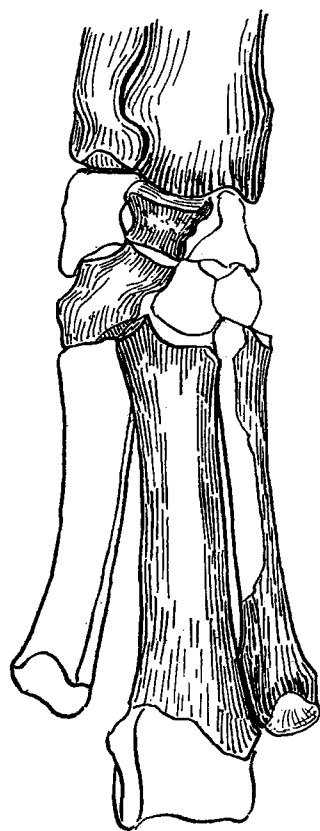


FIG. 7. — CARPE ET MÉTACARPE DU *Cer. tagicus* (5/6 grand. nat.).

1. La face distale est incomplète dans le squelette de Budenheim.

2. P. GERVAIS. Zoologie et Paléontologie françaises, 2^e éd., p. 99.

Membre postérieur. — Le membre postérieur droit est seul conservé entièrement, sauf les *os iliaques*, qui sont seulement préservés du côté gauche.

L'*ilion*, de forme triangulaire, peu épaissi vers ses extrémités supérieures, se rétrécit très rapidement. La cavité cotyloïde mesure 45 mm. sur 50; le trou souspubien n'est pas conservé.

L'*ischion*, en assez mauvais état, est petit; son col à section triangulaire est assez robuste.

Cette partie du squelette est trop imparfaite pour donner lieu à comparaisons.

Le *fémur*, allongé dans son ensemble, rappelle, en plus élancé, celui du *Rhinoceros sumatrensis* actuel; la tête supérieure, relativement petite, lisse, très convexe, est presque dépourvue de col. Le grand trochanter est assez épais: sa surface subtrigone est rugueuse. Au-dessous, le corps de l'os se rétrécit graduellement et devient presque cylindrique. Vers la partie médiane s'élève un troisième trochanter faiblement développé pour un Rhinocéros. L'extrémité inférieure est assez massive.

La longueur totale du fémur est de 305 mm.

La réduction extrême du troisième trochanter est le caractère le plus saillant de cet os et ne s'observe que dans le *Dic. asphaltense* de Pyrimont; mais dans cette espèce l'os est proportionnellement plus massif à son extrémité proximale; le trochanter est aussi placé plus haut. La forme générale du fémur du *Cer. tagicus* rappelle davantage celle de l'*A. tetradactylum* de Sansan, tel qu'il est figuré par Blainville. Le troisième trochanter de cette dernière espèce est plus grand et plus rapproché de l'extrémité proximale. La tête est aussi moins détachée du corps de l'os.

Chez le *Rh. sumatrensis*, le troisième trochanter est plus développé et l'os plus rétréci au-dessus et au-dessous de cet appendice.

Le *tibia* est un peu plus court que le fémur, mais la différence entre ces os est assez faible. Cet os est plus grêle dans le *tagicus* que dans le *lemanense*, qui lui-même est déjà plus élancé que dans le *Dic. asphaltense*. Chez le *tetradactylum* de Sansan le tibia est proportionnellement plus court que dans le *tagicus*, il en est de même chez le *sumatrensis* où la différence entre le fémur et le tibia est encore plus accusée.

Les mesures du tibia sont les suivantes :

Longueur 250 mm.; épaisseur de la tête 65 mm.; largeur 71; extrémité distale: épaisseur 43, largeur 71.

La plupart des os du *tarse* sont bien conservés. Le *calca-*

neum est court et massif et bien comparable à celui du *Dic. asphaltense*, mais les surfaces d'articulation avec l'astragale sont proportionnellement plus grandes que dans cette espèce. La surface d'articulation avec le cuboïde est un peu plus large en arrière. La tubérosité supérieure est bien marquée et porte un sillon bien indiqué sur la face interne.

L'*astragale*, de forme carrée et peu oblique, est tout à fait identique à celui qui a été figuré par M^{me} Pawlow sous le nom de *Rhinoceros minutus*¹, d'après un échantillon de l'École des Mines de Paris, provenant de Selles-sur-Cher. Cette pièce qui appartient sans aucun doute au *Rhin. tagicus* et non au *R. minutus* qui est plus grand, ressemble bien, comme l'a dit M^{me} Pawlow, au *Rh. sansaniensis*, mais l'espace entre l'échancrure et la surface inférieure est beaucoup plus court dans la forme de Selles.

L'articulation avec le naviculaire est large et presque plane, tandis que l'articulation avec le cuboïde est étroite et oblique.

Largeur moyenne de l'astragale, 35 mm.

Le *cuboïde* est le seul os conservé dans le tarse. Il est plus haut et plus étroit que celui du *Dic. asphaltense*. La facette d'articulation avec le calcaneum et l'astragale est presque plane, l'articulation avec le quatrième métatarsien est triangulaire et peu convexe.

Les *métatarsiens* sont au nombre de trois, et un peu plus courts que les métacarpiens, tout en

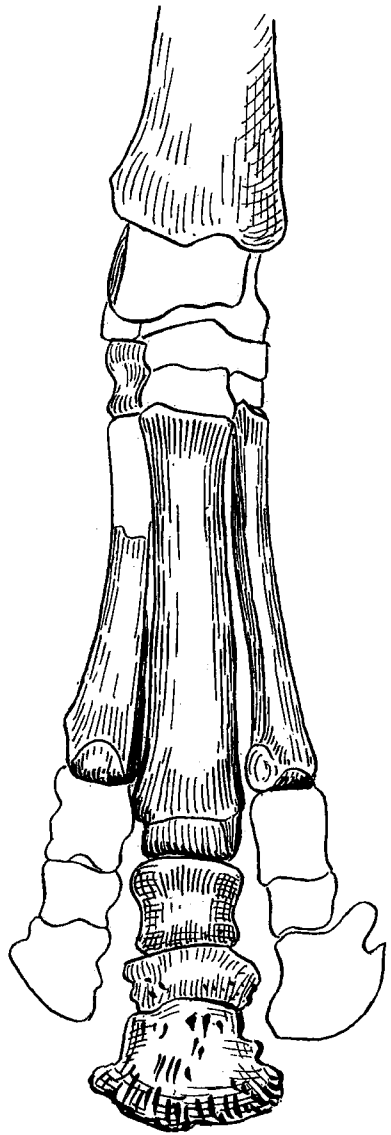


FIG. 8.— TARSE ET MÉTATARSE du *Cer. tagicus* (5/6 de grand nat.)

1. Histoire paléontologique des Ongulés : Rhinocéridés, pl. vi, fig. 14, p. 196. *Bull. Soc. imp. des nat. de Moscou*, n° 2, 1892.

étant grêles et allongés. Le métatarsien médian a 122 mm. de long, 11 mm. d'épaisseur, sur 24 de large.

Je ne connais pas d'espèce directement comparable avec le *tagicus* en ce qui concerne les métatarsiens qui dans toutes les espèces sont plus lourds et plus trapus, même dans les espèces les plus élancées comme le *Cer. sansaniensis* qui serait celui qui s'en rapprocherait le plus.

Les proportions des métacarpiens sont très voisines de celles de l'*Acerotherium albigense* ROMAN, du Stampien supérieur de Marseille, d'après des documents inédits, conservés dans les collections de l'Université de Lyon. Cette espèce avait aussi des membres grêles, mais le nombre des doigts était de quatre au lieu de trois dans le *tagicus*.

L'*A. tridactylum* OSBORN, est une forme américaine à métapodes allongés qui aurait certains rapports au point de vue des membres, mais qui diffère beaucoup sous d'autres rapports.

Le II^e et le IV^e métacarpien du *C. tagicus* sont un peu arqués et grêles, ils atteignent seulement le sommet de l'articulation du métatarsien médian.

Les *phalanges* médianes sont seules complètes : la première, assez courte, est de longueur égale à sa largeur. Elle est un peu plus longue que la deuxième qui est plus large que longue. La phalange ungueale est un peu plus dilatée que la précédente, mais peu volumineuse.

Répartition du *Ceratorhinus tagicus* en Europe. — Après avoir décrit le spécimen de Budenheim, il me reste à étudier la répartition stratigraphique et géographique de cette espèce.

Le *type* de l'espèce est conservé dans les Collections de la commission géologique du Portugal, à Lisbonne, et provient de la partie inférieure du Burdigalien marin où elle est associée avec l'une des formes les plus caractéristiques de cet étage, le *Brachyodus onoideus* GERVAIS.

En France, *Ceratorhinus tagicus* occupe un niveau un peu inférieur : nous le connaissons de Selles-sur-Cher (collections de l'École supérieure des Mines et Musée d'Histoire naturelle de Bâle), gisement qui appartient encore à la partie terminale de l'Oligocène. Une mutation de taille un peu supérieure de la même région, désignée par M. Mayet sous le nom de mut. *ligericus*, a été signalée à la base des sables de l'Orléanais à Suèvres (Muséum de Paris), à Chitenay (coll. Univ. de Lyon), dans les sables proprement dits de l'Orléanais (Burdigalien) à Avaray

(Muséum), Neuville-au-Bois (Musée d'Orléans et Muséum), Chilleurs (Musée d'Orléans)¹.

Cette espèce n'a pas été signalée à St-Gérand le Puy ; cependant, on observe, parmi les ossements recueillis dans cette localité, des dents d'un Rhinocéros de petite taille qui s'y rapportent peut-être (Muséum de Lyon). Mais, n'ayant eu aucune prémolaire supérieure entre les mains, je ne puis affirmer l'existence du *Ceratorhinus tagicus* sur ce point. Il y a aussi, dans la même collection, un métacarpien médian grêle et allongé qui rappelle aussi par ses proportions celui de l'espèce en question. Cet os est de taille un peu plus forte que la pièce correspondante du squelette de Budenheim (142 mm. de long). Il est toutefois un peu moins grand qu'un autre métacarpien médian de Budenheim se rapportant certainement au *C. tagicus* qui mesure 145 mm.

Je crois donc possible l'existence du *Rh. tagicus* à St-Gérand le Puy. Il ne faut d'ailleurs pas oublier que cette localité ne semble pas avoir été fréquentée par de nombreux Rhinocéros. Les ossements de ces animaux sont relativement rares et les pièces souvent incomplètes.

Peut-être faut-il encore rapporter au *Cer. tagicus* une mandibule de petite taille avec sa dentition de lait figurée par MM. Depéret et Douxami dans leur monographie de la faune de Pyrimont (Savoie)² sous le nom de *Dic. asphaltense*, dentition de lait. Cette détermination reste douteuse.

Enfin il est intéressant de mentionner une prémolaire supérieure présentant tous les caractères du *tagicus* et provenant du Stampien supérieur de Pechbonnieu (Haute-Garonne).

En Suisse, *Rh. tagicus* se trouve dans la mollasse de Lausanne (Musée de Lausanne) dans des assises de passage de l'Oligocène au Miocène.

En Wurtemberg, dans les gisements des environs d'Ulm, on a recueilli d'assez nombreux débris de cette espèce conservés dans les collections de Munich et de Stuttgart. Ces gisements, qui appartiennent à la partie terminale de l'Oligocène, sont exactement les équivalents au point de vue stratigraphique de ceux du bassin de Mayence : Budenheim, Weisenau et Hessler près Biebrich.

Comme on le voit, cette espèce a vécu depuis le Stampien supérieur jusque dans le Burdigalien.

1. L. MAYET. Étude des Mammifères des sables de l'Orléanais. Thèse. *Annales Univ. de Lyon*, nouv. sér., I, 24, 1908, p. 113.

2. DEPÉRET et DOUXAMI. Les Vertébrés oligocènes de Pyrimont. — Challonges (Savoie). *Mém. Soc. paléont. Suisse*, t. XXIX, 1902, pl. iv, fig. 9, 9a.

Essai de reconstitution de la descendance du *Rhinoceros tagicus*. — Le *Rhinoceros tagicus*, par sa dentition très homéodonte, indique un animal déjà très évolué et se rattachant directement au groupe des vrais Rhinocéridés et en particulier au genre *Ceratorhinus*.

Ce genre, créé par Gray et révisé par M. Osborn, comprend une série de formes à membres tridactyles et pourvus généralement d'une corne nasale et quelquefois d'une corne frontale.

L'espèce décrite se rapporte bien à ce genre par la disposition des membres et par la dentition, mais en diffère par l'absence totale de corne. Ce dernier caractère, joint au développement très considérable des incisives inférieures, qui lui sont de redoutables armes de défense, ainsi que la forme élancée des membres le rapproche par contre des *Acerotherium*. Mais ces derniers possèdent quatre doigts et ont une dentition supérieure beaucoup moins homéodonte.

Je pense qu'il faut considérer le *Rhinoceros tagicus* comme l'origine des vrais Rhinocéridés, évoluant parallèlement aux *Acerotherium* de petite taille qui sont si fréquents dans les dépôts oligocènes.

Les variations de taille observées ne coïncident pas complètement avec la répartition stratigraphique des individus. C'est ainsi que la forme la plus petite est celle du Burdigalien de Lisbonne tandis que celle du sommet de l'Oligocène (Selles-sur-Cher, Budenheim) est sensiblement plus forte. Il est vrai que dans les Sables de l'Orléanais on trouve des formes plus grandes que dans la partie supérieure de l'Oligocène de la même région.

Pour concilier ces diverses données, il me semble nécessaire d'admettre, ainsi que je l'avais déjà fait dans un travail antérieur¹, deux séries parallèles évoluant parallèlement depuis l'Oligocène.

1^{er} groupe :

Ceratorhinus cf. *tagicus* de Pechbonnieu. STAMPIEN SUPÉRIEUR.

Ceratorhinus tagicus de Budenheim et de Selles sur Cher. AQUITANIEN (CHATTIEN).

Cer. tagicus mut. *ligericus* des sables de l'Orléanais. BURDIGALIEN.

Cer. sansaniensis de Sansan et de Steinheim. VINDOBONIEN.

Cer. Schleiermachi du Mont Léberon etc. PONTIQUE.

Cer. leptorhinus des sables de Montpellier. PLAISANCIEN et ASTIEN.

1. Sur un crâne de *Rhinoceros* conservé au musée de Nérac. *Ann. Soc. linnéenne de Lyon*, 1909, p. 13.

2^e groupe :

Rhinoceros tagicus type de Lisbonne. BURDIGALIEN.

Rhinoceros austriacus PETERS d'Eibiswald, HELVÉTIEN.

Rhinoceros simorreus LARTET de Simorre et la Grive St-Alban.

TORTONIEN.

Rh. Schleiermachi, petite race de Montredon. PONTIQUE.

Les documents sont encore trop incomplets pour justifier complètement cette descendance que je ne donne qu'avec beaucoup de réserves. Mais il est un fait certain, c'est l'apparition en Europe du groupe des vrais *Rhinoceros* beaucoup plus tôt qu'on ne le supposait, probablement dans le Stampien. Il est probable que ces animaux avaient accompagné la grande migration du début de l'Oligocène qui a amené d'Amérique tant de formes nouvelles en Europe.

SUR DES VERTÉBRÉS DU CRÉTACÉ ET DE L'ÉOCÈNE D'ÉGYPTE

PAR **F. Priem**¹.

PLANCHE X

SOMMAIRE. — I. *Crétacé.* — Dents de Squales. — Dipneustes : *Ceratodus Humei* n. sp. — Dents de Pycnodontes. — Dents de Reptiles. — Vertébrés du Crétacé d'Égypte et du Sahara algérien. — II. *Éocène.* — Poissons divers, Reptiles et Mammifères. Faune ichthyologique de l'Éocène d'Égypte.

Récemment M. le docteur W. J. Hume, directeur du « Geological Survey » d'Égypte, a bien voulu me communiquer divers débris du Crétacé et de l'Éocène d'Égypte conservés au « Geological Museum » du Caire. Je les étudie ici ainsi que d'autres fossiles du Crétacé et de l'Éocène d'Égypte que M. R. Fourtau et l'abbé P. Teilhard de Chardin m'avaient envoyés autrefois. La plupart des fossiles de M. R. Fourtau se trouvent maintenant au Muséum national d'Histoire naturelle (collections de Paléontologie, 1901-17 et 1902-4).

I. CRÉTACÉ.

Scapanorhynchus raphiodon Ag. sp. — Des dents de ce Squalé, si commun dans le Crétacé de toutes les régions, ont été trouvées dans le Crétacé d'Égypte. Elles proviennent (Muséum 1902-4) du Santonien (Sénonien inférieur) d'Abou Roach et (1901-47) de Berak el Gazal (Abou Roach)² (pl. X, fig. 8-10).

Lamna appendiculata Ag. sp. — Cette espèce également très commune dans le Crétacé est représentée au « Geological Museum » du Caire.

Une dent (n° 14.736) a été trouvée dans le Campanien (Sénonien supérieur), couche phosphatée des environs de Quft (Haute-Égypte). C'est un fragment de couronne qui paraît bien appartenir à l'espèce indiquée (pl. X, fig. 11).

Une autre (n° 14738) du Campanien, couche phosphatée de l'Ouadi Oum Hemaïet, désert arabique, est bien conservée. C'est une dent très légèrement oblique, à couronne haute, denticules

1. Note présentée à la séance du 4 juin 1914.

2. Avec les dents de *Sc. raphiodon* de Berak el Gazal il y a un fragment de dent de *Lamna*? et une très petite vertèbre plate et biconcave de Poisson et des débris indéterminables.

latéraux pointus bien détachés de la couronne. Je la regarde comme une dent latérale inférieure (pl. X, fig. 12).

Une autre encore (n° 3.628) du Campanien, couche phosphatée du Gebel Safariat, Sinâï, se trouve sur la gangue. Elle est vue par sa face externe. C'est une grande dent dont l'extrême pointe manque. La couronne est large, faiblement oblique, avec des denticules latéraux forts, pointus, bien séparés de la couronne et divergents. C'est une dent latérale supérieure. Je l'appelle *L. aff. appendiculata* (pl. X, fig. 13).

L'abbé P. Teilhard de Chardin m'a communiqué des dents, le plus souvent incomplètes, du Crétacé « des environs du Caire » et qui me paraissent devoir être rapportées à la même espèce. Avec elles se trouvaient des dents de *Scapanorhynchus rhapsiodon* Ag. sp. et aussi de *S. subulatus* Ag. sp., espèce également très répandue dans le Crétacé.

Lamna serra A. S. WOODWARD. — Je rapporte à cette espèce du Crétacé le plus supérieur des dents à doubles denticules latéraux (Muséum 1901-17, pl. X, fig. 14-15) provenant du Campanien de Gebel Lift (oasis Dachel)¹.

Des dents de cette sorte ont été signalées dans la craie de Farâfrah dans le désert libyque par J. Wanner²; elles ont été nommées par lui (d'après Zittel *in man.*) *Otodus serratus* Ag. Mais les dents de Maëstricht ainsi appelées par AGASSIZ (Rech. Poiss. foss. t. III, 1843, p. 272-273, pl. xxxii, fig. 27-28) ont des denticules latéraux moins élevés et constituent plutôt une crête anguleuse que de vrais denticules séparés les uns des autres.

Lamna rapax? QUASS. — M. R. Fourtau m'a communiqué une dent (Muséum 1901-17) du Campanien de Gebel Lift (oasis Dachel) réduite à la couronne; avec un petit denticule latéral et un fragment de la racine (pl. X, fig. 16). La face interne porte de fortes stries qui ne se trouvent qu'à la base; les bords sont tranchants, sauf près de la base où ils sont arrondis. Cette dent paraît se rapprocher beaucoup de celles appelées par Quass *Lamna rapax*³.

Corax pristodontus Ag. — Cette espèce du Crétacé supérieur est représentée au Muséum (1901-17) par une dent du Campanien de Gebel Lift (oasis Dachel) (pl. X, fig. 17).

1. Cette oasis se trouve en Égypte, dans le désert libyque, non loin de la frontière.

2. Voir plus loin, *Palæontographica*, vol. XXX, 2^e partie, 1902, p. 148, pl. xix, fig. 29.

3. Voir plus loin, *Palæontographica*, vol. XXX, 2^e partie, 1902, p. 313, pl. xxviii, fig. 21-24.

M. R. Fourtau m'a écrit que de nombreuses dents de cette espèce, du Crétacé supérieur d'Égypte, se trouvent au « Geological Museum » du Caire.

J'ai rapporté à *Corax falcatus* AG. de petites dents incomplètes, crénelées, du Crétacé des environs du Caire, communiquées autrefois par l'abbé P. Teilhard de Chardin.

J'ai rapporté à *Pseudocorax affinis* AG. sp. une petite dent communiquée par M. R. Fourtau et qui n'a pas été déposée au Muséum. C'est une petite dent à peine crénelée, avec une forte encoche postérieure déterminant un large denticule, tandis qu'en avant le bas de la couronne se prolonge sans former un denticule distinct. La provenance de cette dent n'était pas indiquée, mais elle a été probablement trouvée dans le Santonien d'Abou Roach.

Ceratodus Humei n. sp. — Du Campanien, couche phosphatée des environs de Quft (Haute-Égypte) proviennent deux dents de *Ceratodus* conservées au Geological Museum du Caire (n° 14737), (pl. X, fig. 18-19).

1° Une dent palatine gauche. Elle est triangulaire, convexe sur le bord interne, le bord externe est découpé en cinq crêtes qui se continuent par des côtes sur la face orale. La crête antérieure forme le bord antérieur de la dent; les crêtes 2 et 3 sont brisées à leur extrémité, ainsi que la dernière, mais celles qui sont complètes ne sont pas crénelées. La face orale de la dent est vermiculée, parsemée de petits alvéoles arrondis. Les dimensions sont : longueur 34 mm., largeur maximum 20 mm.

2° Une dent mandibulaire droite. Elle porte quatre crêtes épaisses, non crénelées; le bord postérieur est brisé. Dimensions : longueur 36 mm., largeur maximum 20 mm.

Dans ces dents les crêtes sont inclinées en arrière comme dans le *C. africanus* et le *C. minutus* HAUG, des couches albiennes du Djoua, près de Timassânine (Sahara algérien)¹, mais les crêtes ne sont pas crénelées comme chez les *Ceratodus* albiens. On sait que dans les *Ceratodus* actuels d'Australie (genre *Neoceratodus* F. DE CASTELNAU et P. GERVAIS = *Epiceratodus* TELLER), les crêtes sont dirigées en avant et qu'il y a six crêtes à chaque dent, chez *C. africanus*, il y en a six également et chez *C. minutus* il y en a quatre. Les *Ceratodus* triasiques et jurassiques ont rarement plus de cinq crêtes qui sont parfois tournées en arrière. C'est de ces

1. E. HAUG. Documents scientifiques de la Mission Saharienne (Mission Foureau-Lamy). Paléontologie, Paris, 1905, p. 819-821, pl. xvii, fig. 1-6.

espèces que se rapproche surtout le *Ceratodus* du Campanien d'Égypte que j'appellerai *Ceratodus Humei*.

D'après ce qui précède, on voit que les *Ceratodus* se sont prolongés en Afrique jusque dans le Crétacé supérieur. Il en a été de même dans l'Amérique du Nord. Cope en effet a signalé (mais non figuré) deux espèces du Crétacé supérieur de Montana (*C. cruciferus* et *C. hieroglyphus*) dont l'une aurait eu aux dents 6 crêtes et l'autre 13¹.

Anomoedus angustus Ag. sp. (pl. X, fig. 4-7). — Je signale sous ce nom des dents isolées de Pycnodontes découvertes par M. R. Fourtau. Il a trouvé dans le Turonien d'El Gaa (Abou Roach) deux dents allongées (principales) et une dent plate, à peu près rhombique, des rangées latérales (Muséum, 1901-17). Une autre dent allongée (Muséum, 1902-04) provient du Santonien d'Abou Roach. D'autres dents allongées proviennent du Santonien de Berak el Gazal (Abou Roach, 1901-17).

Reptiles. — Au « Geological Museum » du Caire il y a deux dents (n° 14.737) du Campanien, couche phosphatée des environs de Quft (Haute-Égypte). Elles sont élancées, pointues, coniques, courbes, fortement cannelées, les faces latérales présentent un bord tranchant. L'une d'elle est massive, l'autre beaucoup plus grêle. Ce sont des dents de Reptiles, et, d'après notre confrère M. A. Thevenin, maître de conférences à la Sorbonne, il faut les rapporter aux Plésiosauriens (pl. X, fig. 20-21).

D'autres dents du « Geological Museum » (n° 14.735, pl. X, fig. 22-25) proviennent du Campanien, couche phosphatée de l'Ouadi Oum Hemaïet (désert arabe). Il y en a quatre épaisses, lisses, à carènes antérieure et postérieure : 1° une dent courte ; 2° une dent plus longue, crochue ; 3° une plus longue, à pointe brisée et dont les bords antérieur et postérieur sont tranchants ; 4° une dent basse, large, comprimée, à bords tranchants, la partie supérieure usée forme aussi une crête tranchante. A la base de la face interne épaisse il y a quelques plis courts. Il s'agit probablement, d'après M. A. Thevenin, de dents de Mosasauriens, mais la quatrième dent large est remarquable et ne présente pas jusqu'ici d'analogue.

1. E. D. COPE. Description of some Vertebrate remains from the Fort-Union beds of Montana. *Proc. Acad. nat. Sc.*, Philadelphie, 1876, p. 259-260.

Résumé.

Les Vertébrés du Crétacé d'Égypte ici mentionnés sont les suivants :

TURONIEN. — Dents de Pycnodontes (*Anomoeodus angustus* Ag. sp.).

SANTONIEN (Sénonien inférieur). — *Scapanorhynchus rhapsiodon* Ag. sp. Dents de Pycnodontes (*Anomoeodus angustus* Ag. sp.).

CAMPANIEN (Sénonien supérieur.)

ÉLASMORANCHES. — *Lamna appendiculata* Ag. sp.

— *serra* A. S. WOODWARD.

Corax pristodontus Ag. ¹.

DIPNEUSTÈS. — *Ceratodus Humei* n. sp.

REPTILES. — Dents de Plésiosauroiens et de Mosasauroiens.

On doit ajouter à cette liste d'autres fossiles, du désert libyque pour la plupart, étudiés par les géologues allemands ². Ce sont surtout les matériaux recueillis par K. Zittel lors de l'expédition Gerhard Rohlfs dans ces régions, en 1873-1874 (espèces laissées par Zittel en manuscrit). Ce sont :

CAMPANIEN (Abou Roach) et SÉNONIEN SUPÉRIEUR (Farâfrah, Dachel, Chargeh, etc., en Égypte, et aussi à l'Ouest de la frontière égyptienne dans le grand désert de sable).

ÉLASMORANCHES. — *Scapanorhynchus rhapsiodon* Ag. sp.
Oxyrhina Mantelli Ag.
Myliobatis sp.
Notidanus microdon Ag.
Lamna serra A. S. WOODWARD (non *Otodus serratus* Ag.).
Otodus biauriculatus WANNER (ZITTEL man. ³).
Oxyrhina Mantelli Ag.
Corax pristodontus Ag.

1. Il y a en outre, du Crétacé des environs du Caire, niveau non indiqué, *Scapanorhynchus subulatus* Ag. sp., *Corax falcatus* Ag. et *Pseudocorax affinis* Ag. sp. Ces fossiles proviennent probablement du Santonien d'Abou Roach.

2. JOH. WANNER, ARTHUR QUASS, EDGAR DACQUÉ, Die Faunen der oberen Kreidebildungen in der libyschen Wüste. *Palæontographica*, vol. XXX, 2^e partie, 1902-1903. JOH. WANNER, Die Fauna der obersten weissen Kreide der libyschen Wüste, 1902, p. 147-151, pl. XIX, fig. 28-33. — A. QUASS, Die Fauna der Overwegschichten und der Blätterthone in der libyschen Wüste, 1902, p. 312-321, pl. XXVII, fig. 16-27. — E. DACQUÉ, Mittheilungen über den Kreidecomplex von Abu Roach bei Cairo, 1903, p. 389.

3. Le Dr Wanner dit, p. 149, qu'à l'Ouest de Dachel, au bord de la grande mer de sable, le sol est couvert de dents de Poissons dont les plus communs sont *Otodus biauriculatus* et la grande *Lamna megalodon*. Cette dernière espèce est citée sans nom d'auteur ; il s'agit probablement de *Lamna rapax* QUASS (ZITTELMAN).

Le Santonien (Sénonien inférieur) des environs de Gizeh a fourni au docteur G. Schweinfurth de grandes dents comprimées à base haute, épaisse et plissée. Elles furent attribuées par W. Dames (*Sitzungsber. Gesell. naturf. Freunde Berlin*, 1887, p. 67-72, fig. 1-2 et p. 137) à un genre nouveau de Téléostomes qu'il appela d'abord *Titanichthys* et ensuite (ce nom étant pré-employé) *Gigantichthys pharao* n. sp.

On sait maintenant que ce genre doit se confondre avec le genre *Onchosaurus* P. GERVAIS (= *Ischirhiza* LEIDY) du Crétacé supérieur d'Europe et de l'Amérique du Nord. On doit le regarder comme indiquant un précurseur des Esocidés (Brochets). Les dents en question sont donc appelées aujourd'hui *Onchosaurus (Gigantichthys) pharao* DAMES sp.

COUCHES A *Exogyra Overwegi* développées au voisinage de l'oasis Dachel et autres localités de l'Ouest de l'Égypte et aussi dans le grand désert de sable à l'Ouest de la frontière égyptienne¹.

ÉLASMORANCHES. — *Strophodus pygmæus* QUASS (ZITTEL man.).
Lamna libyca QUASS. (ZITTEL man.).
 — *rapax* QUASS. (ZITTEL man.).
 — *smilodon* QUASS. (ZITTEL man.).
Otodus biauriculatus WANNER (ZITTEL man.).
Oxyrhina Mantelli AG.
Corax pristodontus AG.

TÉLÉOSTOMES. — Pycnodontes (dents isolées)².
Ancistrodon libycus DAMES.
 (Incisives de Pycnodontes ?)
Protosphyraena libyca QUASS. (ZITTEL man.).
 Pléthodidés (ossements de ce groupe de Poissons voisins des Ostéoglossidés et représentés aussi dans le Crétacé supérieur d'Angleterre et des États-Unis.)
Stephanodus splendens ZITTEL³ (dents de Sparidés).
Problematicum ZITTEL (man.) (dent à couronne incomplète).

REPTILES. — Dents de Mosasauriens. Plaques de Tortues.

On voit que le Crétacé supérieur d'Égypte a fourni comme Poissons fossiles des Elasmobranches très répandus dans le Crétacé des autres régions : *Scapanorhynchus raphiodon*, *Oxy-*

1. Ces couches considérées souvent comme daniennes représenteraient la partie supérieure du Maëstrichtien (Sénonien le plus supérieur). Voir E. HAUG, *Traité de Géologie*, t. II, 1908-1911, fasc. 2, p. 1336.

2. Dents du Crétacé de Gassr Dachel communiquées par Zittel à W. DAMES (*Zeitsch. der deutsch. geol. Ges.*, 1883, p. 663, pl. XIX, p. 6-8).

3. K. A. ZITTEL, *Handbuch der Paläontologie*, vol. III, 1888, p. 298 à 310.

rhina Mantelli, *Lamna appendiculata*, *Otodus sulcatus*, *Corax pristodontus*, et des espèces particulières. Il y a aussi des Téléostomes particuliers tels que *Stephanodus splendens*. Les genres *Ancistrodon*, *Onchosaurus* (*Gigantichthys*) sont représentés dans les autres régions. Un fait remarquable est la présence du genre *Ceratodus* dont les descendants ne se trouvent plus aujourd'hui qu'en Australie, mais dont les derniers représentants se sont perpétués jusque vers la fin du Crétacé en Afrique et dans l'Amérique du Nord. Ce genre s'est éteint en Europe pendant le Jurassique¹.

Les Reptiles sont des Tortues, des Plésiosaurens et des Mosasaurens.

Si l'on compare au Crétacé d'Égypte celui du Sahara algérien (couches du Djoua près de Timassânine) il y a des points de ressemblance, bien que les couches du Djoua soient probablement albiennes². On y trouve en effet les fossiles vertébrés suivants :

ÉLASMORANCHES. — Vertèbre d'*Otodus*.

Platyspondylus Foureaui HAUG. (vertèbres ressemblant à celles de *Pristis*).

DIPNEUSTES. — *Ceratodus africanus* HAUG.

— *minutus* HAUG.

TÉLÉOSTOMES. — ? *Saurocephalus* sp. dents.

Onchosaurus (*Gigantichthys*) *numidus* HAUG. sp.

Vertèbres.

REPTILES. — Fragments de Chéloniens. Fragments de Dinosauriens.

On y trouve, comme en Égypte, les genres *Ceratodus* et *Onchosaurus*³.

II. EOCÈNE.

J'ai déjà eu l'occasion à plusieurs reprises de m'occuper des Vertébrés de l'Eocène d'Égypte⁴. Je n'ai à décrire ici que quelques fossiles qui sont surtout des Poissons.

1. *Ceratodus Phillipsi* Ag., Bathonien d'Angleterre.

2. E. HAUG, *loc. cit.*, p. 814-823, pl. XVI-XVII.

3. J'ai eu l'occasion de voir au Muséum divers fragments rapportés de la même région de Timassânine par M. du Passage, attaché à la mission Foureau (Catalogue, Paléontologie, 1907-10). J'y ai reconnu des bases de dents de *Gigantichthys*, des vertèbres de Squales à cercles concentriques bien accusés ressemblant à des vertèbres de *Pristis* (probablement du genre *Platyspondylus*) et un débris de griffe de Dinosaurien théropode. Il y a en outre des débris d'âge plus récent, peut-être actuels : plaques crâniennes granulees et piquants de Siluridés et fragments de dents d'un Ruminant.

4. F. PRIEM, Sur les Poissons de l'Eocène du mont Mokattam (Égypte) et note sur *Propristis* DAMES du Tertiaire inférieur d'Égypte. *B. S. G. F.*, (3), XXV, 1897,

Myliobatidés. — Notre confrère, M. D. E. Pachundaki m'a communiqué en 1912 des Poissons fossiles de l'Eocène au Nord du Birket el Qarun (Fayoum), récoltés par M. Markgraf. Il y a là des dentitions inférieures et supérieures plus ou moins complètes de *Myliobatis* sp. et de petites dentitions inférieures de *Myliobatis latidens* A. S. WOODWARD.

Rajidés. — Notre confrère, M. l'abbé Pierre Teilhard de Chardin, m'a envoyé autrefois¹ un grand nombre de débris de Poissons fossiles que j'ai étudiés. Je dois signaler notamment des dents mal conservées, provenant des couches supérieures du Mokattam, et qui semblent appartenir à des Rajidés.

Pristidés. — M. Pachundaki m'a envoyé, provenant de l'Eocène moyen au Nord du Birket el Qarun (Fayoum), récoltes de M. Markgraf, des dents rostrales de Pristidés appartenant à diverses espèces. Certaines, de grande taille, doivent être attribuées à *Pristis ingens* STROMER; d'autres à *P. fajumensis* STROMER², *Pristis* sp. et *Amblypristis cheops* DAMES.

L'abbé Teilhard de Chardin m'a envoyé, du Mokattam supérieur, une dent rostrale de *Pristis* sp.

Scylliidés. — J'ai désigné et figuré sous le nom de *Ginglymostoma Fourtaui* des dents de Roussettes trouvées dans l'Eocène d'Égypte.

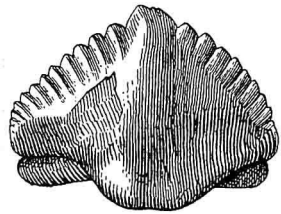


FIG. 1. — *Ginglymostoma Fourtaui* PRIEM. — Dent vue par la face externe au quadruple de la grandeur. Eocène du Mokattam.

p. 212-252, 3 fig. texte et pl. VII. — Sur des Poissons fossiles éocènes d'Égypte et de Roumanie. *Id.*, (3), XXVII, 1899, p. 241-253, pl. II. — Sur des Poissons de l'Eocène moyen d'Égypte. *Id.*, (4), V, 1905, p. 633-641, 14 fig. texte. — Sur des Vertébrés de l'Eocène d'Égypte et de Tunisie. *Id.*, (4), VII, 1907, p. 412-419, 2 fig. texte et pl. XV-XVI.

1. C'est notre confrère qui, dans ma publication de 1907, est désigné sous le nom de M. P. Teilhard, professeur au collège de la Sainte-Famille au Caire.

2. J'ai figuré, *loc. cit.*, 1905, p. 636-637, fig. 6, une dent rostrale sous le nom de *P. Schweinfurthi* DAMES sp. Il s'agit très probablement de *P. fajumensis* STROMER. J'ai décrit, *loc. cit.*, 1877, p. 228 et suivantes, fig. 1-3, un rostre que j'identifiais avec *Propristis Schweinfurthi* DAMES sp., en le rapportant au genre *Pristis*. Pour le D^r E. Stomer, ce rostre n'appartient pas à l'espèce de Dames mais à une autre qu'il appelle *P. fajumensis* n. sp.

E. STROMER, Die Fischreste des mittleren und oberen Eocäns von Ägypten, I Teil : Die Selachier, A. Myliobaten und Pristiden, *Beitr. Pal. geol. Osterr.-Ung. und des Orients*, t. XVIII, 1905, p. 49-50. Pour l'auteur (p. 55), *Propristis Schweinfurthi* est le rostre du Pristidé dont les dents rostrales sont appelées *Amblypristis cheops*.

Je figure ici une dent de cette espèce (fig. 1) présentant de chaque côté de la pointe médiane dix dentelures. Elle m'a été communiquée par l'abbé Teilhard de Chardin et provient de l'Eocène du Mokattam, niveau non indiqué.

Lamnidés. — Parmi les fossiles de M. Pachundaki dont la provenance est indiquée plus haut, il y a d'assez nombreuses dents de Lamnidés appartenant aux espèces suivantes :

Oxyrhina Desori AG., *Oxyrhina* sp., *Lamna Vincenti* WINKLER sp., *Lamna* aff. *Aschersoni* STROMER sp. (ZITTEL man.)¹.

De l'Eocène du Fayoum, l'abbé Teilhard de Chardin m'a communiqué une dent très usée qui pourrait appartenir à *Carcharodon auriculatus* BLAINVILLE sp. et M. Pachundaki une dent à denticules moins séparés de la pointe principale que chez *C. auriculatus* ; je l'appelle *Carcharodon* aff. *turgidus* AG. ; une autre dent de même provenance, élancée, droite, rappelle *C. angustidens*, je l'appelle *Carcharodon* aff. *angustidens*

Carchariidés. — Parmi les dents communiquées par M. Pachundaki, s'en trouvent plusieurs, inférieures et supérieures, de *Carcharias* aff. (*Aprionodon*) *frequens* DAMES sp. et aussi des dents de *Galeocерdo contortus* GIBBES sp.

Des couches supérieures du Mokattam provient une dent d'*Hemipristis curvatus* DAMES (abbé Teilhard de Chardin).

Pycnodontes. — Ils sont représentés par des dents isolées de *Pycnodus* sp. et je rapporte en particulier à ce genre des dents assez hautes, émoussées, qui paraissent être des incisives préhensiles. Une de ces dents est ici représentée (fig. 2). Les dents de Pycnodontes proviennent du Mokattam (abbé Teilhard de

1. Cette espèce manuscrite de Zittel (*Otodus Aschersoni*) est du Mokattam inférieur. Stromer a figuré sous le nom d'*Otodus* cf. *Aschersoni* une dent des couches du Birket el Qarun (*loc. cit.*, I Teil : Selachii, B Squaloidei und II Teil : Teleostomi : A Ganoidei. *Beitr. Nat. geol. Osterr.-Ung. und des Orients*, t. XVIII, 1905, p. 171, pl. xv, fig. 13-14). Un débris provenant du Mokattam inférieur (P. Teilhard de Chardin) paraît être un gros denticule large et plat de *L. Aschersoni*.

J'ai figuré, *loc. cit.*, 1877, p. 213-214, pl. vii, fig. 4, une dent du Mokattam sous le nom de *Lamna verticalis* AG. Suivant M. Leriche (Poissons éocènes de Belgique, *Mém. Mus. roy. H. N. Belgique*, t. III, 1905, p. 125), il s'agirait d'une dent latérale de la mâchoire inférieure, probablement d'*Odontaspis ? crassidens* AG. sp. J'ai signalé, *loc. cit.*, 1905, p. 633-634, du Gebel Kibli el Ahram et de Kasr el Saga sous le nom d'*Od. verticalis* des dents mal conservées ; il pourrait y avoir là, au moins à Kibli el Arham au lieu de *L. verticalis*, *Od. crassidens* et à Kasr el Saga un mélange des deux espèces.

Chardin), surtout des couches supérieures. Celle qui est représentée est d'un niveau non indiqué.

Ancistrodon. — Du Mokattam supérieur (envoi du même confrère) proviennent des dents d'*Ancistrodon* semblables à celles que j'ai étudiées : *A. armatus* P. GERVAIS sp. *A. armatus* (var. *Fourtaui* PRIEM et var. *Teilhardi* PRIEM). Au « Geological Museum » du Caire se trouve une dent incomplète (la racine manque) que j'attribue à *A. armatus* P. GERVAIS sp. (pl. X, fig. 26). Elle provient de l'Eocène moyen, Lutétien, du Mokattam, carrières de Qayt-bay (n° 14.740).



FIG. 2.—*Pycnodus?* sp.—Dent préhensile, vue de profil, grandeur naturelle. Eocène du Mokattam.

Sparidés (envoi de l'abbé Teilhard de Chardin). — Du Mokattam inférieur sont des dents coniques (antérieures) et arrondies, plates (molaires) de Sparidés, peut-être du genre *Chrysophrys* ; du Mokattam (couches supérieures et niveau non indiqué), il y a aussi des dents de *Trigonodon lævis* PRIEM¹.

Scombridés. — Les Scombridés sont représentés dans l'Eocène d'Egypte par des dents isolées. J'ai déjà signalé, en 1899, dans le gisement de Kafr el Ahram des dents sans racine, légèrement bombées sur les deux faces, à bords tranchants faiblement convexes. Je les ai appelées *Saurocephalus fajumensis* DAMES. Il faut probablement les attribuer à un Scombridé du genre *Cybium* et les nommer *Cybium* sp.².

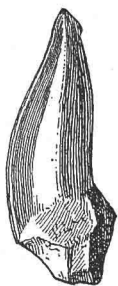


FIG. 3.—Dent de Trichiuridé vue de profil au quadruple de la grandeur. Eocène du Mokattam.

Même chose sans doute pour une dent plate, conique, striée à la base sur les deux faces ; la face interne est légèrement bombée et recourbée vers le dedans, « Geological Museum » du Caire, n° 14.740). Lutétien du Mokattam, carrières de Qayt-bay (pl. X, fig. 27).

Trichiuridés. — On désigne sous le nom de Trichiuridés et de Lépidopidés des Poissons voisins des Scombridés et remarquables par leurs dents

1. A propos du genre *Trigonodon*, remplacer dans ma publication de 1897, p. 221, la note (2) par celle-ci : la figure 7 de la planche 67 représente une dent de *Trigonodon serratus* P. GERVAIS, sp.

2. F. PRIEM, *loc. cit.* 1899, p. 245, pl. II, fig. 18-19. — A. S. WOODWARD, Catalogue of the fossil Fishes in the British Museum, part IV, 1901, p. 115.

comprimées, portant à la pointe une petite barbelure en demi-fer de lance, genres *Lepidopus*, *Trichiurus*, etc. Il y a des dents analogues chez les Poissons du genre crétacé *Cimolichthys* et j'ai désigné sous le nom de *Cimolichthys*? sp. des dents de l'Eocène moyen du Gebel Kibli el Ahram¹. Il faut probablement les attribuer à un Trichiuridé.

Il en est de même pour des dents du Mokattam, niveau non indiqué (abbé Teilhard de Chardin) dont une est figurée ici (fig. 3).

Gymnodontes. — M. Pachundaki m'a montré plusieurs dentitions de *Diodon*, de l'Éocène moyen au Nord du Birket el Qarun (Fayoum). L'abbé Teilhard de Chardin m'a communiqué du Mokattam, niveau non indiqué, des fragments de plaques et aussi une plaque masticatrice entière avec les deux piles de dents principales et les dents marginales (pl. X, fig. 28). Je rapporte tous ces débris à *Diodon Hilgendorfi* DAMES sp.

Siluridés. — Le « Geological Survey » du Caire m'a communiqué (n° 5792) un fossile qui paraît être un piquant de grand Siluridé. Il provient de l'Auversien ou Bartonien inférieur, escarpement au Nord du Birket el Qarun (« Geological Museum » du Caire, n° 5792). C'est un fragment large et robuste à faces latérales rugueuses. La face postérieure est plus large que la face antérieure. Il y a une fissure séparant le piquant en deux moitiés symétriques. La pointe et la base manquent. Il ne paraît pas y avoir de sillon postérieur, car on n'en voit pas vers le haut, là où le bord postérieur est conservé. Il s'agit probablement d'un piquant de grand Siluridé² (pl. X, fig. 29).

Reptiles. — L'abbé Teilhard de Chardin m'a communiqué, du Mokattam moyen, une vertèbre et un débris de dent de Crocodile. Il m'avait déjà communiqué autrefois, du Mokattam supérieur, deux dents de Crocodile, et du Mokattam inférieur un morceau de carapace de Tortue³.

1. F. PRIEM, *loc. cit.*, 1905, p. 637-638, fig. 9.

2. Voir sur les Siluridés trouvés dans les couches du Kasr el Saga, E. STROMER, Nematognathi aus dem Fajum und dem Natronthale in Aegypten. *Neues Jahrb. f. Min. Geol. Pal.*, 1904. Bd I, p. 3-7, pl. 1. — Voir aussi L. NEUMAYER, Zur vergleichenden Anatomie des Schädels eocäner und rezenten Siluriden. *Paläontographica*, t. LIX, 1912, p. 250-288, 5 fig., texte et pl. xxvi-xxix.

3. F. PRIEM, *loc. cit.*, p. 417, pl. xv, fig. 27. Voir pour les Reptiles et les Mammifères du Tertiaire inférieur d'Égypte. C. W. ANDREWS, A descriptive Catalogue of the tertiary Vertebrata of the Fayûm Egypt. *British Museum*, Londres ; in-4°, 1906, 324 p., 98 fig., texte, frontispice et 26 pl. — Les Reptiles comprennent des

Mammifères ¹. — Au « Geological Museum » du Caire se trouve une dent (n° 5807) qui m'a été communiquée (pl. X, fig. 30). Elle provient de l'Auversien ou Bartonien inférieur, escarpement au Nord du Birket el Qarun. Cette dent, à section presque circulaire, est élancée, pointue, sans racine. Elle est courbe, fortement cannelée, avec cannelures ne montant pas jusqu'au sommet qui porte une facette d'usure : il y a en avant une légère carène. C'est probablement une dent antérieure d'Ongulé.

Poissons de l'Éocène d'Égypte.

Je donne ici la liste des Poissons de l'Éocène d'Égypte. Ils proviennent surtout des couches du Mokattam, de Kafr el Ahram, et des couches du Birket el Qarun et de Kasr el Saga dans le Fayoum, par conséquent du Lutétien et de l'Auversien (Bartonien inférieur) ².

LUTÉTIEN (Mokattam inférieur).

ÉLASMORANCHES.

MYLIOBATIDÉS. — *Myliobatis toliapicus* AG.

- *striatus*? BUCK. (= *M. Edwardsi* DIXON.
- *latidens* A. S. WOODWARD.
- *Pentoni* A. S. WOODWARD.
- *elatus* STROMER.
- *mokattamensis* STROMER.
- sp. (piquants).

Aëtobatis sp. (chevrons).

Crocodiliens, Chéloniens et Ophidiens. — Voir aussi sur les Tortues, E. DACQUÉ, Fossil Schildkröten Aegyptens. *Geol. und Pal. Abhandl. N.F.*, Bd. X, Heft 4, 1912, p. 275-337, 19 fig., texte, 4 cartes, pl. xxxvi-xxxvii.

1. J'ai décrit, *loc. cit.*, 1907, p. 417-418, pl. xvi, fig. 1-3, une mandibule de Sirénien du Mokattam supérieur, *Protosiren Fraasi* ABEL. — Voir également sur les Siréniens fossiles d'Égypte, O. ABEL, Die eocänen Sirenen der Mittelmeerregion, Erster Theil : Der Schädel von *Eotherium aegyptiacum*. *Paläontographica*, t. LIX, 1913, p. 229-360, 5 fig., texte et pl. xxx-xxxiv.

2. La partie inférieure du Mokattam est lutétienne ; les couches supérieures du Mokattam sont souvent considérées comme du Lutétien supérieur, mais elles semblent représenter l'Auversien (Bartonien inférieur). Les couches du Birket el Qarun sont du même âge que le Mokattam supérieur. Les couches de Kasr el Saga (ou Qasr el Sagha) viennent au-dessus et sont elles-mêmes surmontées par des couches fluvio-marines oligocènes (Tongrien). Voir E. HAUG, Traité de Géologie, t. II, fasc. 3, 1911, p. 1503 et 1556.

Ce sont les couches du Birket el Qarun qui ont fourni à W. DAMES divers restes de Poissons (Ueber eine tertiäre Wirbelthierfauna von der westlichen Insel des Birket-el-Qurün in Fajum [Aegypten]. *Sitzungsb. d. K. preuss. Akad. d. Wiss. zu Berlin*; phys. math. Cl., t. VI, 1883 p. 129-152, pl. III). Corriger le n° de la to maison, lire VI, au lieu de, IV, dans mes publications de 1899, p. 243 (au bas de la page) et de 1905, p. 634, note 2.

PRISTIDÉS. — *Pristis* aff. *ingens* STROMER (var. *prosulcata*):
— aff. *Lathamii* GALEOTTI.

SCYLLIDÉS. — *Scyllium* ? sp. ¹
g. et sp. indéterminés (STROMER).

LAMNIDÉS. — *Oxyrhina Desori* AG.
— aff. *Sillimani* GIBB. (= *O. ægyptiaca* JAEKEL ms.).

Alopeciás ? sp.

Lamna verticalis AG.

— aff. *Aschersoni* ZITTEL ms. STROMER sp. (= *L. macrotis* STROMER non AG. ²).

— *Vincenti* WINKLER sp.

— (*Odontaspis* ?) *crassidens* AG.

Odontaspis elegans AG. sp.

— *cuspidata* (var. *Hopei*) AG. sp.

Carcharodon auriculatus BLAINV. sp.

— aff. *turgidus* AG. (= *C. ægyptiacus* JAEKEL, ms.).

— aff. *angustidens* AG.

CARCHARIIDÉS. — *Carcharias* (*Aprionodon*) *frequens* DAMES.
— (*Prionodon*) n. sp. STROMER.

Galeocерdo latidens AG.

— *ægyptiacus* (JAEKEL ms.) STROMER.

Alopiopsis ? aff. *contortus* GIBBES sp.

Hemipristis curvatus DAMES.

Vertèbres de Squales non déterminés (Thèbes, Éocène inférieur ?)

TÉLÉOSTOMES.

PYCNOBONTES. — *Pycnodus mokattamensis* PRIEM.

— *variabilis* STROMER.

— sp.

— sp. (dents coupantes).

Ancistrodon armatus P. GERVAIS sp. ³.

APODES. — *Mylomyrus frangens* A.-S. WOODWARD.

1. Il s'agit d'une petite dent de *Scyllium* ? qui m'a été communiquée par M. Fourtau. Elle provient de l'Éocène inférieur de la chaîne arabique, près Sohag.

2. Voir (outre les publications de E. STROMER citées) E. STROMER, Haifischzähne aus dem unteren Mokattam bei Wasta in Egypten. *Neues Jahrb. für Min. geol. Pal.*, 1903, B. I., p. 41, pl. 1.

3. Dans ma publication, *loc. cit.*, 1907, p. 415, ligne 27, au lieu de *Antristrodus*, lire *Ankistrodus*.

PLEURONECTIDÉS. — *Solea eocœnica* A.-S. WOODWARD¹

XIPHIIDÉS (rostres). — *Glyptorhynchus* (*Cœlorhynchus*) *gigas* A.-S. WOODWARD²

PERCIDÉS. — *Perca* (*Smerdis* ?) *Lorenti* H. VON MEYER³.

LUTÉTIEN SUPÉRIEUR OU AUVERSIEN.

(Mokattam supérieur, Kafr el Ahram, Gebel Ghiouchy, Birket el Qarun, etc.)

ÉLASMOBRANCHES.

MYLIOBATIDÉS. — *Myliobatis Dixoni* Ag.

— *latidens* A.-S. WOODWARD.

— *Fraasi* STROMER

— sp. (chevrons).

— sp. (piquants).

— aff. *lateralis* Ag. (piquant).

Aëtobatis aff. *irregularis* Ag.

— sp. chevrons.

RAJIDÉS. — Dents

PRISTIDÉS. — *Pristis* aff. *ingens* STROMER.

Amblypristis cheops DAMES⁵.

NOTIDANIDÉS. — *Notidanus serratissimus* Ag.⁶

SCYLLIIDÉS. — *Scyllium minutissimum* WINKLER, sp.⁷.

1. Ces deux espèces de Sole et d'Anguille proviennent du calcaire éocène de Tura entre Heluan et le Caire. A.-S. WOODWARD, On a fossil Sole and a fossil Eel from the Eocene of Egypt. *Geol. Mag.* déc. 5, vol. 7, 1910, p. 402-405, pl. xxxii.

2. Cette espèce a été trouvée dans la roche du grand Sphinx (A.-S. WOODWARD, Catalogue of the fossil Fishes in the British Museum, part. II, 1891, p. 122).

3. Ce Poisson du Mokattam (marne d'eau douce) a été décrit par H. V. MEYER, *Palæontographica*, t. I, 1851, p. 105-106, pl. xii, fig. 3. C'est probablement la même espèce que P. EGERTON a signalée. *Quart. Journ. Geol. Soc. London*, t. X, 1854, p. 374-378, pl. xiii. Ajouter cette espèce à ma liste (*loc. cit.* 1905, p. 641, ligne 2). — Dans ma publication de 1899, p. 247 (au bas de la page) ajouter après *Smerdis* un point de doute.

4. La dent de Percoïde indéterminé, que j'ai décrite, *loc. cit.*, 1905, p. 638, fig. 10-11, est peut-être une dent antérieure de Rajidé ou de Scyllidé.

5. On a vu que d'après Stromer, *Propristis Schweinfurthi* n'est autre que le rostre de Pristidé dont les dents rostrales sont *Amblypristis cheops* DAMES. Suivant E. FRAAS, *Propristis Schweinfurthi* est la partie antérieure de ce rostre et *Eopristis Reinachi* STROMER des couches du Birket el Qarun, en est la partie postérieure (Säge von *Propristis Schweinfurthi* DAMES aus dem oberen Eocän von Ägypten. *Mitth. aus dem Kgl. Naturalien Kabinett zu Stuttgart*, n° 39, Sep. Abd. *Neues Jahrb. für Min. geol. Pal.* 1907, Bd. I, p. 1-6, pl. 1).

6. Il s'agit d'un débris de dent provenant de Darb el Fayoum (F. PRIEM, *loc. cit.*, 1905, p. 634).

7. POUR M. LERICHE (*Mém. Mus. roy. Hist. nat. Belgique*, t. III, 1905, p. 113 et p. 123) l'une des dents étudiées par Stromer est probablement une dent de

Scyllium g. et sp. indét. STROMER.

Ginglymostoma Fourtaui PRIEM.

— *Blanckenhorni* ? STROMER.

LAMNIDÉS. — *Oxyrhina Desori* AG.

— sp.

Alopecias ? sp.

Lamna verticalis AG.

— *Vincenti* WINKLER, sp.

— *Aschersoni* (ZITTEL MS.) STROMER sp. (= *Otodus obliquus* DAMES NON AG.).

— (*Odontaspis* ?) *crassidens* AG.

Odontaspis cuspidata (var. *Hopei*) AG. sp.

— *Abbatei* PRIEM¹.

Carcharodon auriculatus BLAINV. sp.

— aff. *turgidus* AG.

— aff. *angustidens* AG.

CARCHARIIDÉS. — *Carcharias (Aprionodon) frequens* DAMES.

— — aff. *frequens* DAMES.

— (*Aprionodon* ?) forme 1. STROMER.

— — forme 2. STROMER.

— — forme 3. STROMER.

— (*Prionodon*) aff. *Egertoni* AG. sp.

— — sp.

Triacis sp.

Galeocerdo ægyptiacus (JAEKEL MS.) STROMER.

Alopiopsis ? aff. *contortus* GIBBES, sp.

Hemipristis curvatus DAMES.

Vertèbres de Squales indéterminés.

Vertèbre de Carchariidé².

Ichthyodorulithe.

Carchariidé du genre *Triacis* et l'autre une dent de *Scyllium minutissimum* WINKLER sp. Une dent attribuée d'abord par Stromer à *Carcharias (Aprionodon) frequens* serait une dent d'*Alopecias* sp. (M. LERICHE, Contribution à l'étude des Poissons fossiles du Nord de la France et des régions voisines 1906, p. 220).

1. Il y a des doutes pour cette espèce que j'ai décrite, *loc. cit.*, 1899, p. 246-247, pl. II, fig. 26. Pour E. STROMER, *loc. cit.* I, Teil p. 171-172, c'est une petite dent défectueuse d'*Odontaspis* ou de *Lamna*.

Dans les collections de Paléontologie du Muséum il y a des fossiles donnés par Delanoue (1867-12), entre autres des dents d'*Odontaspis* incomplètes, lisses (*O. cuspidata* ?) et des vertèbres de Squales provenant de Thèbes, rive gauche (Éocène inférieur ?). Voir J. DELANOUE, Note sur la constitution géologique des environs de Thèbes (CR. Ac. Sc. t. LVIII, 1868, p. 701-707) suivie de A. D'ARCHIAC. Remarques à propos de la communication de M. Delanoue sur les fossiles des environs de Thèbes, classification des couches qui les renferment, p. 707-713.

Delanoue cite, p. 705, des écailles de Poissons cycloïdes, des dents et vertèbres de *Lamna*, *Odontaspis*, et une vertèbre de Téléostéen cycloïde ou cténoïde. Ces fossiles proviendraient des couches marneuses à *Aturia zic-zac* et *Terebratulina tenuistriata* où A. D'ARCHIAC voit l'équivalent de l'argile de Londres (Yprésien).

2. Cette vertèbre et l'ichthyodorulithe suivant proviennent de Kafr el Ahram (F. PRIEM, *loc. cit.*, 1899, p. 245).

TÉLÉOSTOMES CROSSOPTÉRYGIENS.

Ecaïlles aff. *Polypterus* STROMER.

TÉLÉOSTOMES ACTINOPTÉRYGIENS.

PYCNODONTES. — *Pycnodus* sp.
Ancistrodon armatus P. GERVAIS, sp.
 — — var. *Teilhardi* PRIEM.
 — — var. *Fourtaui* PRIEM.

SCOMBRIDÉS. — *Cybium*, sp.

TRICHIURIDÉS. — Dents ¹.

XIPHIIDÉS (rostres). — *Glyptorhynchus* (*Cælorhynchus*) sp. ²

SPARIDÉS. — Dents indéterminées (*Chrysophrys*? sp.).
Trigonodon serratus P. GERV. sp. (var. *ægyptiaca* PRIEM.)

— *lævis* PRIEM.

MYMNOBONTIDÉS. — *Diodon Hilgendorfi* DAMES sp.
 sp.

BARTONIEN ? (Kasr el Saga).

ÉLASMOBRANCHES.

MYLIOBATIDÉS. — *Myliobatis* sp. chevrons.
 — sp. piquants.
Aëtobatis n. sp. indét. (STROMER). Couches
 fluvio-marines.

PRISTIDÉS. — *Pristis ingens* STROMER.
 — *fajumensis* STROMER.
 — aff. *fajumensis* STROMER.
Amblypristis cheops DAMES.

LAMNIDÉS. — *Oxyrhina Desori* Ag.
 — sp.

1. Il s'agit des dents dont il est question plus haut et qui ont été d'abord attribuées avec doute au genre crétacé *Cimolichthys*. W. DAMES a aussi attribué avec doute (*loc. cit.* 1883, p. 147, pl. III, fig. 11) des dents du Birket el Qarun au genre crétacé *Enchodus*. Dans ma publication, *loc. cit.*, 1905, ajouter *Enchodus* sp. après *Cimolichthys*? sp., p. 640 (avant-dernière ligne et, dans la note 2 de la p. 638 (à propos d'*Enchodus*), au lieu de : p. 12, lire : p. 147.

2. Dans ma publication de 1899, p. 245, lignes 20 et 25 au lieu de : *Cælorynchus*, lire : *Cælorhynchus*.

Oxyrhina sp. ? (aff. *O. nova*¹ WINKLER sp.).

Lamna verticalis AG.

— (*Odontaspis* ?) *crassidens* AG.

Carcharodon aff. *turgidus* AG.

— sp. (cité par Andrews, couches fluviomarinnes ?).

CARCHARIIDÉS. — *Carcharias* (*Aprionodon*) *frequens* DAMES.

— (*Aprionodon* ?) forme 1. STROMER.

— — forme 3. STROMER.

Carcharias (*Prionodon*) aff. *Egertoni* AG. sp.

Hemipristis curvatus DAMES.

TÉLÉOSTOMES.

SILURIDÉS. — *Fajumia Schweinfurthi* STROMER.

Socnopæa grandis STROMER.

GYMNODONTES. — *Diodon Hilgendorfi* DAMES sp.

On peut noter que le Lutétien proprement dit et les couches supérieures du Mokattam renferment de nombreux Myliobatidés et aussi des Pristidés. Ils renferment comme Lamnidés plusieurs espèces qu'on trouve au niveau correspondant en Europe. Les espèces de Myliobatidés sont plus particulières. Il y a aussi des espèces particulières de Pycnodontes. Les Carchariidés sont abondants.

Au point de vue de la faune ichthyologique, les deux niveaux ont beaucoup de caractères communs. D'autre part les couches de Kasr el Saga, moins riches en débris de Poissons, ont en commun avec les précédentes plusieurs espèces de Lamnidés et de Carchariidés. Elles se rapprochent des couches supérieures de Mokattam et de celles du Birket el Qarun par des espèces communes de Pristidés et de Gymnodontés. Elles sont caractérisées par la présence de grands *Siluridés*.

1. Il s'agit de petites dents de Kasr el Saga que j'ai eu l'occasion de voir (*loc. cit.*, 1905, p. 634).

LES RÉQUIÉNIDÉS ET LEUR ÉVOLUTION

PAR **Henri Douvillé** ¹

PLANCHE XI.

Les anciens Réquiénidés correspondent au genre *Requienia* tel qu'il a été défini par Matheron en 1843 ² ; il comprenait les espèces suivantes de l'Urgonien : *R. ammonia* (type du genre), *R. carinata*, *R. gryphoides*. Dans le Prodrôme, d'Orbigny place ces formes dans le genre *Caprotina*, mais dans le tome IV de la Paléontologie française, il adopte le genre *Requienia*. La première modification importante est apportée en 1873 par Munier-Chalmas ³ qui sépare du groupe précédent *R. carinata*, dont il fait le type du genre *Toucasia*. En même temps il propose le genre *Matheronia* pour *Caprotina Virginiae* GRAS de l'Urgonien de Navacelle (Gard).

Quelques années plus tard, Matheron reprenait l'étude détaillée des fossiles du Midi de la France et faisait figurer un grand nombre d'échantillons. Malheureusement cette publication par livraisons, interrompue à plusieurs reprises, ne comprend que des planches avec l'indication des noms des fossiles figurés ; de plus l'espèce est comprise d'une manière si étroite que la plupart des noms spécifiques nouveaux ne s'appliquent en réalité qu'à des variétés. J'ajouterai que les caractères internes ne sont pas indiqués. Je mentionnerai seulement que Matheron adopte le genre *Toucasia* (livraison de mars 1879) et qu'après avoir fait figurer *Requienia gryphoides* sous cette dénomination (pl. C 4, mars 1879), il a fait exécuter un nouveau tirage de la même planche dans lequel cette espèce est placée dans le genre *Matheronia*.

Un peu après, en 1882, Munier-Chalmas ⁴ complétait la définition du genre *Matheronia*.

Je reprenais la question en 1887 ⁵ : je figurais la charnière de ce dernier genre d'après les échantillons et les dessins qui m'avaient été communiqués par Munier-Chalmas ; je figurais également

1. Note présentée à la séance du 18 mai 1914. Manuscrit remis au Secrétariat le 22 juin.

2. Catalogue, p. 103.

3. Prodrôme d'une classification des Rudistes, *Journal de Conchyologie*, t. XXI.

4. *B. S. G. F.*, (3), t. X, p. 481.

5. *B. S. G. F.*, (3), t. XV, p. 760.

l'appareil cardinal de *Requienia* et celui de *Toucasia* d'après des échantillons préparés par Bayle. On pouvait ainsi se rendre compte des différences qui existaient entre ces divers genres.

Plus récemment, Paquier¹ en 1903, a publié un mémoire très important sur certains Rudistes de l'Urgonien dans lequel il reprend l'étude du genre *Matheronia* ; il en décrit plusieurs espèces nouvelles. Il n'ajoute guère aux caractères que j'avais indiqués précédemment et la préparation qui a servi de base à la figure qu'il donne de la valve inférieure (*loc. cit.*, p. 21, fig. 1) est loin

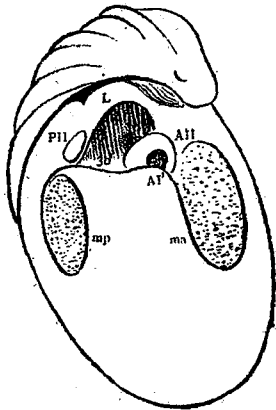


FIG. 1. — *Matheronia Virginix*,
Schéma de la valve inférieure.

d'être intacte. Une deuxième préparation de la collection Paquier, probablement postérieure à la rédaction du mémoire, montre un caractère qui n'avait pas encore été signalé ; je la représente dans le croquis ci-joint (fig. 1) : on voit se développer à l'extrémité de la rainure ligamentaire L une dent PII presque aussi forte que la dent AII ; il est curieux de voir apparaître cette dent postérieure à la fois dans certaines formes normales et dans les formes inverses (*Valletia*, *Monopleura*). L'auteur attache une importance qui paraît exagérée au développement de la fossette correspondant à la dent AI, cette dernière dent existant dans tout le groupe et sa pénétration plus ou moins grande dans la dent AII, sur laquelle elle s'appuie, ne pouvant avoir qu'une valeur secondaire. Bien plus importants sont les caractères tirés de la grande épaisseur de la coquille, de la nature lamelleuse du test et surtout du peu de saillie de la surface d'appui du muscle postérieur sur la valve supérieure.

Paquier place dans ce genre *R. gryphoides*, comme l'avait fait Matheron ; ce type n'a cependant aucun des caractères que je viens d'indiquer et nous verrons plus loin que l'auteur semble s'être mépris sur les caractères de l'impression du muscle postérieur dans la valve supérieure de cette espèce ; c'est à tort qu'il indique « ces impressions comme purement superficielles et si peu apparentes que leur contour exact est difficile à préciser » tandis qu'il existe en réalité une lame myophore postérieure bien développée. Dans ces conditions, il a paru nécessaire de

1. *Mém. Soc. géol. de France, Paléontologie*, t. XI, mém. 29.

fixer à nouveau les caractères distinctifs des divers genres dont il vient d'être question.

Genre *TOUCASIA*.

Planche XI; fig. 1 à 5.

Les caractères internes sont bien connus : il existe sur les deux valves une lame myophore destinée à supporter le muscle postérieur ; dans l'espèce type, *T. carinata*, la lame myophore de la valve supérieure vient se placer immédiatement *au-dessous* du plancher cardinal, ainsi que je l'ai figuré dans ma note de 1887¹ ; l'échantillon provient de la localité bien connue d'Orgon et presque sûrement du niveau supérieur (Urgo-Aptien) où cette espèce est particulièrement abondante.

Les caractères externes ne paraissent pas avoir été encore nettement précisés ; ils ne sont du reste tous visibles que sur les échantillons bien conservés (pl. XI, fig. 3 et 4). Le caractère qui frappe tout d'abord est la large surface de fixation qui occupe toute la région antérieure de la coquille, et qui est limitée par une crête plus ou moins irrégulière. Le mécanisme de fixation est bien connu : l'animal adhère par son pied, puis il se couche sur le côté et les lames d'accroissement de la coquille, encore molles, prises entre le pied et la surface d'appui, adhèrent à cette dernière par leur couche épidermique. La surface de fixation correspond ainsi à l'ouverture pédieuse, et la crête qui la limite est l'homologue du pli auquel nous avons attribué la notation V dans les formes inverses.

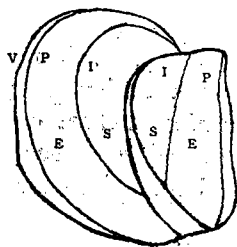


FIG. 2. — *Toucasia carinata*, d'Orgon.

V, crête limitant la surface de fixation ; E, S, zones siphonales ; I, sillon de l'interbande ; P, sillon ou côte postérieure.

Au delà de cette crête (fig. 2) dans la région postérieure de la coquille, on distingue deux sillons plus ou moins marqués, accompagnés souvent par un léger bourrelet ; ils délimitent deux zones qui, d'après leur position, correspondent aux aires siphonales E et S. Les sillons eux-mêmes pourront être notés P et I, comme les plis des formes inverses qui occupent la même situation. Des sillons analogues se distinguent également sur la valve supérieure ; le sillon P ou la petite côte qui le remplace est très voisin de la carène de cette valve. Sur la valve inférieure le sillon I vient

1. B. S. G. F., (3) t. XV, pl. XXVII, fig. 2b.

se placer à peu près à la hauteur de la lame myophore, il s'en écarte au contraire très notablement sur la valve supérieure ; le muscle postérieur est en effet indépendant de la bride qui sépare les ouvertures siphonales et qui, elle, donne naissance au sillon I.

Le gisement de Brouzet précédemment étudié par Pellat, correspond seulement au niveau inférieur d'Orgon, c'est-à-dire à l'Urigo-Barrémien ; parmi les échantillons qui m'ont été communiqués par notre confrère M. de Brun, se trouve une forme qui ressemble beaucoup au *T. carinata* et qui, extérieurement, présente les mêmes caractères ; mais elle en diffère un peu par ses caractères internes, la lame myophore de la valve supérieure étant sur le prolongement même du plancher cardinal et non un peu au-dessous. Cette disposition est bien visible sur les échantillons que j'ai fait figurer (pl. XI, fig. 1 et 2). Elle indique une mutation plus voisine des *Heterodicerias* et par suite ancienne que *T. carinata*, je la désignerai sous le nom de *T. præcarinata*.

J'ai fait figurer également (pl. XI, fig. 5) le type de *T. Lonsdalei* SOWERBY (sub *Dicerias*) ; c'est un moule provenant de l'Aptien d'Angleterre¹. Il montre très nettement la position de la lame myophore, bien plus écartée du plancher cardinal que dans *T. carinata*. C'est encore une mutation, mais plus avancée que cette dernière espèce et qui forme le passage au genre *Apricardia*, dans lequel l'écart est encore plus grand.

Ces diverses espèces, *T. præcarinata*, *T. carinata*, *T. Lonsdalei*, auxquelles succède le genre *Apricardia* de la Craie supérieure, constituent ainsi une série phylétique dont les différents termes se distinguent par la modification progressive d'un même caractère.

Genre *REQUIENIA*.

Planche XI, fig. 6, 7, 8 et 9.

J'ai figuré dans la note signalée plus haut (pl. XXVIII, fig. 1 B), la valve supérieure de l'espèce type du genre, *R. ammonia* ; il existe également sur cette valve une lame myophore saillante ; elle n'est peut-être pas tout à fait intacte dans l'échantillon figuré, mais il est facile de la mettre en évidence par une coupe transversale, c'est ce que montre la figure ci-contre (fig. 3) ; mais il n'existe pas de lame myophore sur la valve inférieure.

Extérieurement la surface de fixation n'est bien marquée que

1. Cette forme paraît exister aussi à Orgon avec *T. carinata* ou peut-être un peu plus haut.

dans le jeune âge de l'animal ; à ce moment elle est limitée comme dans *Toucasia* par une crête V. La coquille se sépare ensuite complètement du corps étranger sur lequel elle était fixée et sa section devient circulaire. Dans la région postérieure les deux zones siphonales E et S sont bien caractérisées et les sillons P et I qui les bordent, souvent très marqués (pl. XI, fig. 9). La zone siphonale E présente à côté du sillon I un large bourrelet d'une faible saillie. *R. ammonia* se distingue donc surtout des *Toucasia* par la disparition de la lame myophore de la valve inférieure et par sa forme extérieure, valve supérieure tout à fait plate et valve inférieure de section arrondie.

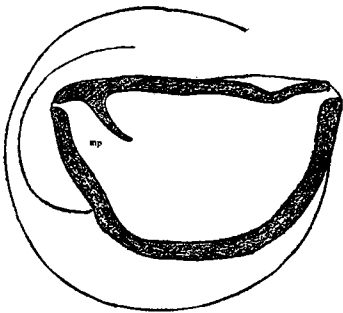


FIG. 3. — *Requienia ammonia*, d'Orgon.
Section montrant la lame myophore
de la valve supérieure.

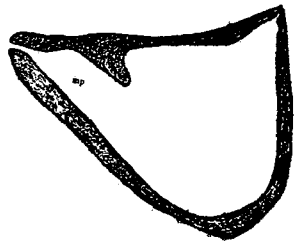


FIG. 4. — *Requienia gryphoides*, sec-
tion montrant l'apophyse myophore.

Ces caractères sont presque les mêmes dans *R. gryphoides* (pl. XI, fig. 8) : extérieurement on retrouve les deux zones siphonales et les deux sillons qui la limitent ; le large bourrelet de la zone E présente exactement la même disposition que dans *R. ammonia*, il est seulement un peu plus saillant. La valve supérieure est à peu près plate, l'apex étant cependant un peu saillant : cette saillie correspond à la cavité umbonale qui est assez longue et nettement spiralée. A l'intérieur, Paquier a déjà signalé que la dent AI est plus avancée et refoule davantage la dent AII sur laquelle elle s'appuie. Mais le caractère le plus important est la présence d'une crête saillante (fig. 4), véritable apophyse myophore qui supporte le muscle postérieur, et qui est presque semblable à celle que j'ai signalée dans *R. ammonia*. *R. gryphoides* ne peut donc être séparée génériquement de cette dernière espèce dont elle se distingue seulement par un enroulement moindre de la valve inférieure et par la persistance plus grande de la crête de fixation, encore représentée dans l'adulte par une carène arrondie.

Paquier a décrit et figuré (*loc. cit.*, p. 38, fig. 3) sous le nom de *Requienia Pellati* une nouvelle espèce recueillie dans l'Urgo-Barrémien de Brouzet. Elle se distingue par sa valve supérieure un peu surélevée dans la région postérieure et carénée.

Les caractères externes de la valve inférieure sont analogues à ceux que j'ai cités pour les espèces précédentes : la crête de fixation est très développée et persiste jusque dans l'adulte (pl. XI, fig. 6) où elle est représentée par un fort pli V (pl. XI, fig. 7) faisant saillie sur le bord du limbe. Les deux sillons P et I sont très marqués et le premier est souvent accompagné par une crête saillante. Intérieurement la charnière est disposée comme dans toutes les Réquiénies : sur la valve supérieure, dent $3b$ large et déversée en dehors, dent A I assez forte ; à la suite de cette dent on distingue l'impression du muscle antérieur superficielle, tandis que du côté postérieur s'élève une lame myophore, exactement semblable à celle des *Toucasia*, mais située sur le prolongement du plancher cardinal comme dans *T. præcarinata*. En réalité cette espèce vient relier les *Requienia* aux *Toucasia* ; elle diffère surtout de celles-ci par l'absence de lame myophore postérieure sur la valve inférieure.

Les *Requienia* dont je viens de parler forment ainsi une succession bien nette à partir de *R. Pellati* de l'Urgo-Barrémien, très voisin des *Toucasia*, à valve supérieure encore carénée, avec cavité umbonale bien développée ; la crête de fixation est persistante. *R. gryphoides* vient ensuite ; elle apparaît également dans l'Urgo-Barrémien de Brouzet ; la valve supérieure est presque entièrement plate ; la crête de fixation disparaît assez tôt, mais elle est prolongée par une carène mousse qui donne à la coquille sa forme allongée. Cette carène ne se forme pas dans la troisième espèce, *R. ammonia*, et le limbe devient tout à fait circulaire ; en outre l'enroulement de la valve inférieure est bien plus accentué.

Genre *MATHERONIA*

J'ai peu de chose à ajouter à ce que j'ai dit plus haut : les caractères externes sont très différents de ceux des genres précédents, il me suffira de rappeler la taille beaucoup plus grande, la forte épaisseur du test et la surface extrêmement lamelleuse, sur laquelle les zones siphonales ne laissent pas de traces visibles. Les caractères internes sont également différents : tout d'abord les impressions musculaires sont superficielles sur les deux valves ; en particulier sur la valve supérieure, l'attaché du

muscle postérieur est marquée par un simple renflement arrondi placé sur le prolongement du plancher cardinal. En outre, comme je l'ai déjà indiqué, une dent postérieure PII se développe sur la valve inférieure.

Il semble donc qu'il n'y ait pas passage entre ce genre et les précédents, au moins dans l'état actuel de nos connaissances; les *Matheronia* représenteraient très probablement une branche distincte, se rattachant plus ou moins directement aux *Heterodicerias*.

RÉSUMÉ.

Si on laisse de côté les *Matheronia*, on voit que les genres *Toucasia* et *Requienia* constituent un groupe naturel dont on peut suivre l'évolution, et qui est caractérisé par une lame myophore supportant le muscle postérieur sur la valve supérieure. *Toucasia* dériverait probablement de *Monnieria* jurassique, bien que les caractères internes de ce genre ne soient pas parfaitement connus. Il débiterait par *T. præcarinata* de l'Urgo-Barrémien dans lequel la lame myophore est sur le prolongement du plancher cardinal, se continuerait par *T. carinata* de l'Urgo-Aptien, dont la lame myophore vient se placer immédiatement au-dessous du plancher cardinal et par *T. Lonsdalei*, chez lequel la lame myophore s'écarte davantage de ce plancher. L'écart devient encore plus grand dans les *Apricardia* qui succèdent aux *Toucasia* dans le Crétacé supérieur.

Les *Pseudotoucasia* de l'Albien, et les *Bayleia* du Sénonien représentent des branches dérivées des *Toucasia*.

Les *Requienia* se rattachent directement aux *Toucasia* et particulièrement à *T. præcarinata*, par l'existence d'une lame myophore sur la valve supérieure; mais cette lame fait défaut sur la valve inférieure. L'espèce la plus ancienne, *R. Pellati*, présente encore une valve supérieure carénée comme *Toucasia*, mais seulement bien plus déprimée; les caractères des zones siphonales sont presque les mêmes; l'appareil cardinal et la lame myophore de la valve supérieure présentent exactement la même disposition que dans *T. præcarinata*; enfin la crête de fixation persiste également jusque dans l'âge adulte. Elle est remplacée par un bourrelet arrondi dans *R. gryphoides*, et celui-ci disparaît dans *R. ammonia* dont la section devient alors circulaire.

LES RUDISTES DU TURKESTAN

PAR **Henri Douvillé**¹.

La partie montagneuse du Turkestan est bien connue par ses richesses minières : l'or est exploité dans ses alluvions, le pétrole a été l'objet de plusieurs concessions dans le Ferganah, la houille affleure en un grand nombre de points et a été exploitée dans le Ferganah et dans la vallée du Zarafchan. Aussi cette région a-t-elle été l'objet de nombreux travaux géologiques de la part des géologues russes, malheureusement publiés le plus souvent dans cette langue. Il me suffira de citer ceux de Mouchketoff (1878) et surtout les « Matériaux pour la géologie du Turkestan » de Romanowsky qui ont paru en plusieurs livraisons de 1878 à 1884 ; ils sont accompagnés d'une carte géologique et d'un grand nombre de planches de fossiles. Je citerai également des explorations poursuivies par des Français au point de vue géographique ou au point de vue minier : en 1880, MM. Capus et Bonvalot² signalent le gisement de charbon de terre de Kanti indiqué comme appartenant au Lias inférieur. En 1902, M. Levat, ingénieur des Mines, parcourt les hautes vallées de l'Amou-Daria, et du Sir-Daria³ et en rapporte des fossiles intéressants dont j'ai à cette époque entretenu la Société géologique⁴. L'année suivante j'ai reçu également quelques fossiles recueillis par un autre ingénieur des Mines, M. Charpentier. Je citerai enfin un certain nombre d'échantillons déposés à l'École des Mines par un ancien élève de l'École, M. Ackermann.

Vers la même époque, le tremblement de terre d'Andishan (Ferganah) avait motivé la nomination d'une commission géologique, chargée d'explorer la région ; son rapport a été publié en 1910⁵.

L'un des géologues faisant partie de cette commission, M. Weber,

1. Note présentée à la séance du 18 mai 1914. Manuscrit remis au Secrétariat le 22 juin 1914.

2. *Archives des missions*, 3^e série, t. X, p. 277, 1883.

3. L. LEVAT. Turkestan et Boukharie. *Mém. de la Soc. des Ingénieurs civils de France*, sept. 1902, 42 p., p. 36 et 37.

4. C. R. *sommaire*, Séance du 1^{er} déc. 1902, t. II, p. 456.

5. TSCHERNYSHEW, BRONNIKOW, WEBER et A. FAAS. Das Erdbeben von Andishan (3/16 déc. 1902). *Mém. du Comité géol.*, Nouvelle série, livr. 54, 1910.

a bien voulu me communiquer les fossiles qu'il avait recueillis et particulièrement les Rudistes.

C'est leur étude qui est l'objet de la présente note.

La région dont il vient d'être question est constituée par un ensemble de plis, dirigés pour la plupart approximativement de l'Est à l'Ouest. Les anticlinaux sont constitués par les terrains cristallins et paléozoïques, tandis que les terrains secondaires et tertiaires apparaissent dans les synclinaux et dans les dépressions de l'Ouest. Le Ferganah, haut bassin du Sir-Daria, correspond précisément à un de ces synclinaux. D'après les travaux de la Commission géologique, on peut résumer de la manière suivante la composition de ce bassin :

TERTIAIRE	}	1. Grès et conglomérats (aurifères), épaisseur approximative.....	40 m.
		2. Marnes supérieures (<i>Ostrea</i> cf. <i>cyathula</i> , <i>Gryphea</i> cf. <i>Sewersovi</i> Row.).....	40 m.
		3. Etage du Ferganah (<i>O. turkestanensis</i> , <i>O. Kaufmanni</i>).....	60 m.
CRÉTACÉ	}	4. Etage gypsifère supérieur, très peu fossilifère.....	160 m.
		5. Etage des Radiolites.....	45 m.
		6. Argiles et calcaires à <i>Trigonia indica</i> ...	60 m.
		7. Etage gypsifère inférieur.....	45 m.
		8. Grès.....	220 m.
		9. Couche à Ostracés (<i>Exogyra columbina</i> ROMAN., <i>Placenticeras Fritschii</i>).....	90 m.

Ostrea Kaufmanni est très voisine de l'*O. Esterhazyi* PAVAY ou lui est peut-être même identique ; cette espèce est donc bien certainement tertiaire ; si on admet son identité avec cette dernière espèce, elle appartiendrait à la base de l'Eocène moyen au-dessous des « Perforaten Schichten » ; mais elle est également très voisine de certaines Huîtres des couches à phosphates de Tunisie ; l'étage du Ferganah pourrait donc comprendre aussi l'Eocène inférieur ; ce niveau a été du reste reconnu un peu plus à l'Ouest dans le Boukhara, M. G. Böhm¹ ayant signalé dans cette région une *Ostrea baissunensis*, qui ne semble pas pouvoir être distinguée des formes de Tunisie. D'un autre côté, le *Placenticeras Fritschii* caractérise le Santonien inférieur. Il était dès lors intéressant, pour compléter la détermination de ces couches, de fixer l'âge des assises à Radiolites.

Les fossiles de cette couche ont été cités en 1882 par Roma-

1. *Zeitsch. d. Deutsch geol. Ges.*, vol. LI, p. 466, pl. XXX, fig. 1, 2, 3. 1899.

nowsky dans deux notes successives insérées dans les *Mémoires de la Société russe de Minéralogie*, t. XVII (en russe); la première est consacrée à la description de l'étage de Ferganah et la seconde à celle de la formation lignitifère de Sarvadane dans la vallée du Zarafchan¹.

Un peu plus tard en 1884 ces fossiles étaient décrits et figurés par le même auteur dans la deuxième livraison de ses « Matériaux pour la Géologie du Turkestan » (en russe); les dénominations ne sont plus les mêmes que dans les notes précédentes, et ce sont les seules dont on doit tenir compte :

Requienia Toucasiana, *R. Delarueana*, *Radiolites Hœninghausi*, var. *falgarensis*; *R. Germari*, *Sphærolites Fedschenkoi*, *Sph. subdilata*. Toutes ces espèces, sauf la seconde qui ressemble en effet à *Gyropleura Delaruei*, sont établies sur des moules indéterminables. L'échantillon rapporté à *R. Hœninghausi* rappelle les gros *Bournonia* du Tibet ou les *Biradiolites* de l'Inde. Particulièrement indéterminables sont les deux moules dénommés *Sph. subdilata* GEINITZ; les types de cette espèce² provenant du Quadersandstein de Saxe (sub *Hippurites*) sont du reste également dépourvus de tous caractères précis, aussi bien spécifiques que génériques. Malgré cela Nötling en décrivant la faune du Crétacé supérieur du Baluchistan³ conserve cette dénomination spécifique, qu'il applique à des moules toujours indéterminables et appartenant probablement à un niveau différent; il l'attribue seulement au genre *Radiolites*; mais, en outre, il sépare un des deux moules figurés par Romanowsky pour en faire le type d'une espèce nouvelle sous le nom de *Radiolites Muschketoffi*. Il est inutile d'ajouter que cette manière de procéder soulève les mêmes objections que la dénomination précédente, ce type étant dépourvu de tout caractère spécifique et n'appartenant probablement pas au même niveau. Malgré cela c'est sous ce dernier nom que ce fossile figure dans le mémoire relatif au tremblement de terre d'Andischan. Il paraît du reste être très répandu dans le Ferganah, car il faut rapporter à cette espèce la plus grande partie des échantillons qui m'ont été communiqués.

Les moules sont surtout fréquents, toutefois en dégageant

1. Il signale dans le Ferganah : *Caprotina toucasiana*, *C. plauensis*, *Caprina adversa*, *Radiolites Hœninghausi*, *R. Germari*, et à Sarvadane : *Hipp. bioculata*, *H. dilatata*, *Caprotina toucasiana*, *C. plauensis*, *Radiolites agariciformis*, *R. polyconilites*, *R. Saxonix*, *R. Hœninghausi*, *R. Germari*.

2. GEINITZ. Charakteristik d. Sch. und Petrefacten d. sächs. Kreidegebirges, p. 88, pl. XIX, fig. 11 et 12 (1839-1842).

3. *Palaontologia indica*, série XVI, vol. L, 1897.

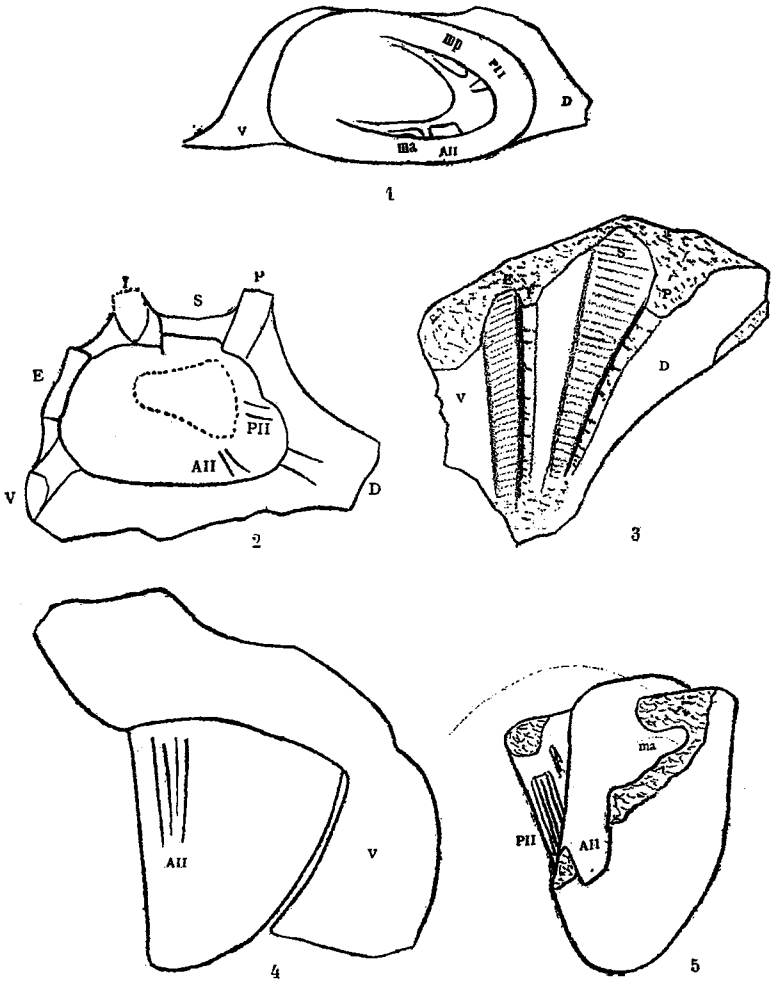


FIG. 1 à 5. — *Biradiolites præingens*, du Ferganah.

1. — Face supérieure d'un petit échantillon montrant l'absence d'arête ligamentaire (gr. 2 fois).
 2. — Moule de la valve inférieure avec conservation partielle du limbe.
 3. — Vue de la région postérieure d'un échantillon dont les lames externes sont conservées.
 4. — Vue de la face antérieure d'un moule, montrant l'aplatissement de cette face et l'extension de la lame ventrale V.
 5. — Vue d'un biostere dont la région postérieure est brisée ; ma, apophyse du muscle antérieur ; AII, impression de la dent antérieure ; PII, dent postérieure.
- E, S, les deux bandes siphonales planes et bien délimitées ; L, pli saillant de l'interbande ; P, pli saillant postérieur ; D, pli dorsal ; V, pli ventral ; AII, PII, les deux rainures où venaient se loger les talons des dents cardinales.

avec précaution certains échantillons, j'ai pu reconnaître la disposition des lames externes et par suite préciser les caractères du genre et de l'espèce.

Les échantillons (fig. 1 à 4) sont fortement aplatis dans la région antérieure, ce qui indique que l'animal vivait couché sur ce côté, et en outre on constate que les lames externes présentaient de larges expansions latérales, aussi bien du côté ventral, c'est le pli V, que du côté dorsal (D). Du côté postérieur, on distingue deux bandes très nettes à peu près de même largeur, ce sont les zones siphonales E et S ; entre les deux une lame très saillante I et une deuxième lame analogue P en arrière de la bande S. Ces deux lames I et P divisent la partie supérieure de la coquille en trois parties subégales. Sur le moule, dans la région dorsale correspondant à l'expansion D, on observe la trace des deux rainures où s'engagent les talons des deux cardinales AII et PII. Sur le plus grand nombre des moules (fig. 5), la partie dorsale est brisée et on voit alors que les deux dents cardinales sont réunies sur presque toute leur hauteur, par une lame transversale à laquelle se rattachent également les apophyses myophores (*ma*).



FIG. 6-7. — *Apricardia Archiaci*, du Ferganah.

6. — Moule de la valve supérieure, vue de la face postérieure montrant une profonde rainure correspondant à la lame myophore *mp* ; la saillie à gauche correspond à la dent *3b*.
7. — Vue de la face antérieure du même échantillon ; *ma*, impression du muscle antérieur ; *mp*, rainure de la lame myophore postérieure ; AI et *3b*, impressions des dents de la valve supérieure ; AII, impression de la dent de la valve inférieure.

L'absence d'arête cardinale qui est incontestable et l'existence de deux bandes siphonales montre qu'il s'agit d'un *Biradiolite*. La présence dans la région postérieure de deux lames saillantes I et P subégales, et le large intervalle qui sépare la dernière de ces lames de l'expansion D, est tout à fait caractéristique du *Bir. præingens* TOUCAS ; en particulier, les échantillons du Ferganah rappellent presque exactement par leur forme générale ceux du Beausset.

Une deuxième espèce de la même couche est encore susceptible d'une détermination précise ; c'est le moule de la valve supérieure d'une forme normale (fig. 6 et 7) ; celle-ci est capuloïde, surélevée et montre un profond sillon correspondant à la lame myophore qui supporte le muscle postérieur *mp*. Elle appartient donc au genre *Apricardia* ; le moule montre également l'impression d'une forte dent cardinale *3b*, rejetée en dehors, et d'une deuxième dent beaucoup plus petite *AI* ; entre les deux le bord du plancher cardinal présente un relèvement correspondant à la dent *AII* de la valve inférieure.

Cet échantillon présente tous les caractères de l'*Apricardia Archiaci* qui n'est pas rare dans le Sénonien de Beausset.

Ces deux espèces montrent que l'étage des Radiolites doit être attribué au Santonien supérieur.

J'ai reconnu au même niveau des moules de *Gyropleura* et de *Monopleura*, indéterminables spécifiquement, et en outre un petit *Préradiolite* rappelant *Pr. sarlatensis*.

Nous avons de plus l'indication d'un niveau inférieur : un sondage exécuté à Tchimione entre Kokand et Margellan a fourni à 210 mètres de profondeur un fragment d'Ammonite, qui a été remis à M. Levat par l'ingénieur Kovalewski. Cet échantillon paraît se rapporter à une forme turonienne.

En résumé, ces diverses espèces montrent que les assises à Radiolites du Ferganah appartiennent encore au Santonien dont ils représentent la partie supérieure ; ils correspondent presque rigoureusement à la craie du Beausset ; comme en Provence la mer se retire après le dépôt de ces couches, mais un peu moins complètement et les dépôts d'eau douce sont remplacés ici par la formation gypsifère supérieure.

Si l'on se reporte à la coupe donnée plus haut on voit que la composition des couches du Ferganah démontre l'existence dans cette région voisine du Pamir, d'une série d'oscillations pendant le Crétacé et le Tertiaire. Le Turonien et le Santonien inférieur, à Ammonites avec une *Exogyre* (*Ex. columbina*) du groupe de l'*Ex. columba*, très voisine de l'*Ex. Overwegi*, indiquent une mer assez profonde ; un soulèvement se produit au milieu du Santonien correspondant à l'étage gypsifère inférieur, puis la mer revient avec les couches à *Trig. indica* ; sa profondeur reste assez faible pendant l'étage à *Biradiolites* du Santonien supérieur, puis la mer se retire et le Campanien n'est plus représenté que par des dépôts lagunaires ; la mer s'étendait au Sud, en Perse,

au Bélouchistan et recouvrait ce qui est aujourd'hui la chaîne de l'Himalaya. Un nouvel affaissement amenait la mer à l'époque de l'Eocène moyen, sa profondeur diminuait avec les couches à Gryphées qui représentent probablement l'Oligocène et les grands dépôts de conglomérats qui terminent la coupe indiquent le soulèvement de la grande chaîne, qui semble contemporain du soulèvement des Pyrénées et du soulèvement principal des Alpes.

P. S. — J'ai examiné à nouveau l'échantillon trouvé dans le sondage de Tchimione (*supra*, p. 395) à 210 m. de profondeur et qui avait été momentanément égaré. C'est la moitié externe d'un fragment du dernier tour d'une Ammonite qui aurait eu environ 80 mm. de diamètre ; il montre à l'intérieur l'impression du tour précédent. La section est franchement arrondie, un peu trapézoïdale ; la largeur du tour est de 30 mm., sa hauteur au-dessus du tour précédent est de 19 mm. L'ornementation se compose de côtes transverses, embrassantes, assez écartées ; elles présentent sur la région externe, des indices de trois tubercules mais très effacés.

Le fragment montre trois cloisons, partiellement visibles ; elles rappellent celles de *Thomasites Rollandi* adulte (*in* Pervinquière, *Pal. tun.*, fig. 129, p. 343) ; elles sont peu découpées et présentent seulement de forts denticules : le lobe siphonal est presque carré ; la première selle latérale est à peu près demi-circulaire et se continue par le premier lobe latéral qui est nettement bifide et un peu dissymétrique ; il descend un peu moins bas que le lobe siphonal.

Cette forme voisine de *Thomasites* est certainement turonienne.

LES SPONGIAIRES PRIMITIFS

PAR Henri Douvillé¹

PLANCHE XII-XIII.

Les Spongiaires sont les Métazoaires les moins élevés en organisation ; dans leur développement embryonnaire, l'œuf se divise successivement par karyokinèse pour aboutir au stade *morula*, constitué par une agglomération de cellules toutes semblables entre elles ; puis l'un des côtés se creuse et il se forme ainsi une sorte de sac ouvert à la partie supérieure, c'est la *gastrolula* : la couche interne de cellules se spécialise et devient l'*endoderme* et la couche externe, l'*ectoderme*. Haekel dans ses

beaux travaux sur les Éponges a montré que cette forme primitive était réalisée dans un type actuellement vivant auquel il a donné le nom d'*Olynthus* : c'est en effet un sac dont les doubles parois sont traversées par des pores nombreux, tandis qu'il présente une ouverture ou *oscule* à la partie supérieure ; les cellules de la couche interne sont garnies de cils vibratiles produisant un courant d'eau continu, entrant par les pores et sortant par l'*oscule*. Les études poursuivies dans la suite ont montré que les *Olynthus* ne sont en réalité que les jeunes de certaines éponges calcaires.

On sait que les Spongiaires sont caractérisés par la présence de *spicules* ; dans les *Olynthus*, ceux-ci sont calcaires et se développent dans la couche profonde de l'*ectoderme*. Ils sont ordinairement triradiés, et sont constitués par l'accolement de trois cellules, chacune d'elles sécrétant une des branches du spicule, ce qui explique l'équidistance de ces branches, Ils ne sont pas très nombreux, de sorte que les tissus de l'animal restent mous et peuvent croître et se développer. On peut voir dans les ouvrages spéciaux et en particulier dans la partie du traité de

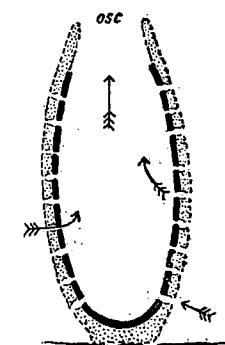


FIG. 1. — *Olynthus*.
Diagramme d'après
Minchin. *Traité de
Zoologie de Ray
Lankester* (fig. 43).

1. Note présentée à la séance du 18 mai 1914. Manuscrit remis au Secrétariat le 22 juin 1914.

Zoologie de Ray Lankester due au professeur Minchin (fig. 43 et suivantes), comment l'Éponge primitive se complique par la prolifération de l'ectoderme vers l'intérieur du sac, et comment le développement corrélatif des spicules arrive à réaliser le tissu spongieux qui caractérise ordinairement les Éponges.

Si nous revenons à la forme primitive *Olythus* dans laquelle l'ectoderme est encore une membrane simple, il est facile de reconnaître qu'elle présente de grandes analogies avec certaines formes fossiles. C'est ainsi que Nicholson et Lydekker dans leur traité (1889), en ont rapproché une espèce fossile qui avait été décrite et figurée par Hinde en 1883 sous le nom de *Trematocystia Orbignyi*¹; la forme en sac est la même, et on constate l'existence de spicules triradiés, associés à des spicules uniradiés, mais ceux-ci sont assez nombreux pour constituer une lame rigide criblée de pores.

Dans le premier âge ce fossile se présente sous la forme d'une vésicule simple fixée par sa base et ouverte par un oscule à sa partie supérieure. Tandis que dans les espèces vivantes les parois du sac restent molles et peuvent par suite s'agrandir, ici au contraire la rigidité des parois empêche tout élargissement de la chambre primitive. La croissance de l'animal doit alors s'effectuer d'une autre manière : l'animal bourgeonne et on voit se former une deuxième vésicule superposée à la première ; elle se renfle jusqu'au moment où ses parois deviennent rigides par le développement des spicules. La croissance se continue par une succession de bourgeonnements et l'animal adulte se trouve constitué par une série de chambres superposées.

Il existe tout un groupe de formes fossiles présentant cette même disposition ; il a été très bien étudié par Steinmann qui lui a donné le nom de *Sphinctozoa*².

La forme la plus simple dont je viens de parler a été distinguée depuis longtemps par d'Orbigny sous le nom de *Verticillites incrassata*³. J'en ai fait figurer plusieurs échantillons montrant les parois en forme de lame criblée (pl. XIII, fig. 1) et l'empilement des chambres successives (fig. 2 et 3); on voit que les oscules sont bordés par un anneau épaissi ou même projeté en avant.

1. HINDE. Catalogue of the fossil Sponges in the Geological département for the British Museum (Natural History), p. 171, pl. xxxiv, fig. 1. Cette espèce avait été dénommée en 1882 par le même auteur dans (*Ann. mag. hist. nat.*, vol. X, p. 192) *Verticillites* et est considérée comme synonyme en partie de *Sphærocœlia Michelini* STEINMANN non SIMONOWITSCH.

2. Pharetronen Studien, *Neues Jahrb.*, 2^e vol., 1882, p. 139.

3. Prodrôme, terr. crét. cénomanien, étage 20, n^o 768. « Espèce dont les tiges grossissent de la base au sommet, au lieu d'être cylindriques. Le Havre »

Dans l'échantillon de la figure 2, on distingue à l'intérieur de la dernière loge une vésicule supplémentaire en voie de formation ; dans l'avant-dernière loge, j'ai observé de même une vésicule analogue, à parois criblées : l'usure de l'échantillon nécessaire pour mettre en évidence les oscules, l'a fait presque entièrement disparaître, et elle n'est plus représentée que par une tache blanche sur la gauche de la figure.

Nous verrons que le genre *Verticillites* s'applique en réalité à un genre notablement différent ; il faut donc adopter le genre *Sphærocœlia* proposé par Steinmann en 1882. Ce n'est que l'année suivante que Hinde a eu l'idée, bien contraire à nos habitudes scientifiques d'aujourd'hui, de réunir sous le nom nouveau de *Trematocystia* à peu près tous les genres de *Sphinctozoa*.

Les bords des oscules peuvent devenir plus saillants et se réunir entre eux de manière à former un tube central ; les chambres successives deviennent alors annulaires et elles communiquent avec le tube par des perforations ouvertes dans ses parois ; c'est le genre *Barroisia* MUN.-CHALMAS (in STEINMANN).

Dans le type du genre qui est aptien, *B. anostomosans* MANT., l'animal a une forme générale cylindrique et chaque chambre en forme d'anneau communique avec le tube par une rangée d'ouvertures arrondies. J'ai fait représenter (pl. XII, fig. 4 et 5) une section d'un échantillon provenant du calcaire de Bize (Hautes-Pyrénées), présentant plusieurs individus nettement développés de cette espèce ; les pores des parois sont nettement visibles, ainsi que les perforations du tube central ; sur une des figures (fig. 4), leur forme arrondie n'est pas douteuse. On voit en outre que le tube central et la surface extérieure sont souvent un peu irréguliers.

J'ai fait figurer également (pl. XII, fig. 6) la section d'un échantillon recueilli par M. Léon Bertrand à l'entrée des gorges de Saint-Antoine-de-Galamus (côté de Saint-Paul-de-Fenouillet), qui diffère de l'espèce précédente parce que les parois du tube central sont formées par des sortes de côtes longitudinales laissant entre elles des ouvertures allongées. Cette espèce a été recueillie à la limite de l'Albien et de l'Aptien ; extérieurement elle est cylindrique comme la précédente ; je lui donnerai le nom de *Barroisia Bertrandi*. J'ai retrouvé la même forme à Vinport, elle est également cylindrique, mais son diamètre est plus grand que celui du type.

Un des échantillons de *Sphærocœlia incrassata* (pl. XII, fig. 1)

montre que les chambres ne se développent parfois que sur une portion de la périphérie, un autre (pl. XII, fig. 2) présente des vésicules accessoires n'occupant également qu'une partie de la chambre elle-même. Cette disposition, qui est ici accidentelle, devient au contraire régulière et caractéristique dans le genre *Thalamopora* ROEMER¹ établi pour le *Cerriopora cribrosa* GOLDFUSS (1826), du Cénomanién (cette espèce est indiquée comme provenant de la marne qui recouvre le terrain houiller près d'Essen). L'animal est constitué comme précédemment par une lame criblée, mais celle-ci forme des vésicules groupées autour d'un tube central, chacune d'elles n'occupant guère que $1/8$ de tour. Sur un échantillon de la même espèce que j'ai entre les mains (pl. XII, fig. 7) et qui provient du Mans, les vésicules sont plus grosses et par suite moins nombreuses. Michelin a figuré sous le nom de *Thalamopora vesiculosa* un échantillon de la même localité où on distingue sur la surface antérieure 6 vésicules. Ces échantillons sont un peu coniques, tandis que celui qui a été figuré par Goldfuss est à peu près cylindrique. Chaque vésicule communique avec le tube central par une ouverture en forme de fente oblique.

Les différentes formes que je viens de passer en revue sont toujours constituées essentiellement par une lame simple criblée de pores, et formée par un feutrage de spicules. L'animal est composé d'une succession de chambres sphériques ou annulaires, quelquefois remplacées par de simples vésicules. Dans les formes anciennes, il existe toujours un tube central dont les parois sont perforées et avec lequel communiquent les chambres successives. Dans certaines espèces on observe que les parois des chambres peuvent bourgeonner à l'intérieur de manière à donner naissance à des vésicules accessoires.

L'étude des Éponges vivantes a montré que ces formes simples dont les parois sont constituées par une lame mince représentent en réalité un premier stade dans le développement de ces animaux. L'évolution ne va pas plus avant dans les genres que nous venons d'examiner, et qui ne semblent pas dépasser le Cénomanién. Il est probable que dans la craie supérieure comme dans les mers actuelles ce type a continué à se développer par la prolifération de l'ectoderme et la formation du tissu spongieux habituel. A ce point de vue le genre *Verticillites* est très intéressant comme réalisant le passage des formes primitives aux

1. ROEMER. Die Versteinerungen des Norddeutschen Kreidegebirges, p. 21, 1840.

Spongiaires ordinaires et montrant le premier développement du tissu spiculaire.

Genre *VERTICILLITES*.

Ce genre a été proposé en 1829 par DeFrance dans le Dictionnaire des Sciences naturelles (vol. 58, p. 5, article Verticillite). Il a décrit sous le nom de *Verticillites cretaceus* un fossile de la craie à Baculites du Cotentin qu'il a figuré (pl. 44)¹; il est sub-cylindrique et tronqué à son extrémité; ses dimensions peuvent dépasser 7 à 8 centimètres de longueur sur 5 de diamètre. Il porte, dit-il, à son centre un axe annelé extérieurement, d'où sortent des expansions circulaires qui se renversent extérieurement en s'appuyant les unes sur les autres; ces expansions sont couvertes de petits points enfoncés, distribués irrégulièrement. D'Orbigny, frappé par la distribution en segments de ce fossile, a rangé dans le même genre les Spongiaires ayant un oscule médian et dont l'intérieur est divisé par des cloisons transverses horizontales. En réalité, comme Steinmann l'a bien reconnu, les échantillons du Cotentin représentent des moules et par suite l'axe signalé par DeFrance représente un tube identique à celui des *Sphinctozoa*; le fossile est en réalité constitué par une succession de chambres annulaires beaucoup plus larges que celle que nous avons rencontrées dans les genres précédents, mais relativement moins hautes. Les petits points signalés sur la couche superficielle représentent les pores dont cette lame est criblée, lame exactement semblable à la muraille des genres cités plus haut. Mais ce qui distingue nettement ce genre *Verticillites* c'est la présence de minces piliers calcaires qui, partant de la lame criblée supérieure, vont rejoindre la muraille de la chambre précédente. Ils représentent le premier stade de prolifération du tissu spiculaire, provoqué par la formation de spicules quadriradiés, analogues à ceux qu'on observe dans certains genres vivants; ces spicules résultent de l'adjonction d'une quatrième cellule aux trois qui donnaient naissance aux spicules triradiés et la quatrième branche qui en résulte se trouve ainsi normale aux trois premières; cette disposition est bien visible dans certains *Olynthus* (par exemple dans le jeune du *Sycon raphanus*), et c'est le développement de cette quatrième branche qui donne naissance aux piliers des *Verticillites*. Steinmann a figuré une disposition analogue dans *Cryptocœlia*Zitteli* du Trias (Phar. Stud. pl. vu, fig. 2).

1. Sur la planche, ce fossile porte le nom de Verticillite d'Ellis.

J'ai pu étudier plusieurs échantillons du Cotentin ; ils ne présentent habituellement qu'un seul oscule et par suite un seul tube central, comme celui qui a été figuré originairement par DeFrance ; mais sur l'un d'eux on distingue nettement plusieurs oscules, disposition qui est fréquente dans les Éponges ordinaires. J'ai fait figurer deux sections naturelles de cet échantillon (pl. XIII, fig. 2 a, 2 b) ; l'une d'elles (fig. 2a) montre la paroi d'un des tubes osculaires, sur laquelle on distingue nettement les ouvertures de communications avec les chambres, ouvertures arrondies et disposées en verticilles. Sur les deux sections les piliers normaux à la muraille sont bien visibles. Une troisième figure (pl. XIII, fig. 1) reproduit la muraille supérieure d'une chambre : sur les parties les plus intactes on distingue de très fines granulations, moulages des pores de la lame criblée ; les intervalles qui les séparent correspondent au réseau spiculaire superficiel, au-dessous on voit ce réseau devenir plus épais, puis être remplacé progressivement par les minces piliers signalés plus haut. Ces piliers résultent de la prolifération vers l'intérieur du tissu spiculaire, mais sous sa forme la plus simple, la plus primitive.

Genre *AMBLYSIPHONELLA*.

Jusqu'à présent, les formes primitives à muraille simple paraissent rares dans le terrain jurassique, probablement parce qu'à cette époque les Éponges calcaires ont atteint presque toujours le développement complet aboutissant à la formation du tissu spongieux proprement dit. Steinmann a signalé quelques formes bien caractérisées dans le Trias, mais il faut remonter jusqu'aux terrains paléozoïques pour trouver les formes les mieux caractérisées et les plus remarquables.

Dans son mémoire de 1882 (Pharetronen-studien), Steinmann a décrit (p. 169) et figuré (pl. VI, fig. 1), sous le nom de *Amblysiphonella Barroisi*, un curieux Spongiaire du Carboniférien des Asturies, ressemblant beaucoup aux *Barroisia* du Crétacé, même succession de chambres annulaires à parois criblées de pores, même tube central communiquant avec les chambres par des perforations. Seulement les chambres sont relativement plus hautes et les perforations du tube bien plus nombreuses. On distingue très bien sur la figure des vésicules accessoires à l'intérieur de certaines chambres, analogues à celles que j'ai signalées plus haut dans *Sphærocelia*.

Peu après, en 1885, Waagen reconnaissait l'existence du même

genre dans le Carboniférien supérieur de l'Inde¹ (*middle Productus limestone*) ; il décrivait et figurait plusieurs espèces : l'une d'elles, *Amblysiphonella vesiculosa*, avait été précédemment décrite par de Koninck comme Orthocère. Cette espèce était en effet presque cylindrique et rappelle tout à fait les *Barroisia* de l'Aptien par sa forme générale. M. de Morgan retrouvait une espèce analogue dans les Calcaires à Fusulinelles de la Perse ; je l'ai décrite² en 1904, et la figure que j'en ai donnée est reproduite sur la planche qui accompagne la présente note (pl. XII, fig. 8). On distingue très nettement les grosses perforations du tube central beaucoup plus nombreuses que dans les *Barroisia* et distribuées pour chaque chambre sur toute la hauteur du segment correspondant. La paroi externe des chambres est criblée de pores et tout à fait semblable à celle des formes du Crétacé. Enfin on voit de très nombreuses vésicules arrondies se développer accessoirement dans l'intérieur des chambres. Dans ce genre comme dans les précédents la lame qui constitue les parois de l'Éponge a ainsi la faculté de proliférer en donnant naissance à des lames semblables, constituant soit de nouvelles chambres en avant, soit des vésicules accessoires à l'intérieur des chambres précédentes. Cette prolifération va prendre une forme bien différente dans les Archéocyathinés.

Genres *ARCHÆOCYATHUS* et *COSCINOCYATHUS*.

Les matériaux découverts en Australie, il y a quelques années, ont été l'objet d'une très belle monographie publiée récemment par M. Gr. Taylor³ ; les échantillons sont assez fréquemment silicifiés et peuvent être isolés, au moins partiellement, par un traitement à l'acide. J'ai fait reproduire quelques-unes de ces préparations faites sur des échantillons très gracieusement communiqués par M. Howchin.

Les Archéocyathinés sont essentiellement constitués par des lames criblées identiques à celles de tous les *Sphinctozoa*, il faut donc les placer à côté de ce groupe et c'est en effet la position qui leur a été donnée à peu près généralement. On distingue, comme dans les *Amblysiphonella*, une muraille externe criblée et à l'intérieur un tube également à parois criblées généralement beaucoup plus conique et plus large que dans les genres précé-

1. *Palæontologia indica*, Salt range fossils, p. 972 et suivantes ; pl. cxxii à cxxiv.

2. Mission scientifique en Perse par J. de MORGAN, *Paléontologie*, p. 325, pl. xxvii, fig. 6, 1904.

3. *The Archæocyathinæ. Mem. of the R. Soc. of South Australia* 1910.

dents. Mais ce qui différencie nettement les Archéocyathinés c'est l'existence d'une série de cloisons rayonnantes régulières entre la muraille externe et la muraille interne, constituée par les parois du tube. Cette disposition est bien visible sur les photographies reproduites dans les figures 9 à 11.

La figure 9*b* montre bien la constitution des deux murailles : la muraille interne présente entre les cloisons consécutives deux rangées de pores qui alternent d'une manière régulière ; la muraille externe présente une disposition analogue, mais on compte 3 ou 4 rangées de pores, entre les cloisons voisines. Celles-ci sont également criblées et les pores sont disposés également en rangées longitudinales ; ils sont partiellement oblitérés par la fossilisation, sur l'échantillon figuré, mais cependant encore bien visibles (voir sur la figure 9*a*, la partie inférieure à droite). Dans le genre *Coscinocyathus*, l'animal est segmenté et présente des cloisons transversales ou planchers rappelant celles des *Sphinctozoa*, elles en diffèrent toutefois en ce qu'elles ne constituent pas le prolongement direct de la muraille ; en effet, sur l'échantillon de la figure 9 on voit immédiatement (fig. 9*a*) que la cloison transversale a des pores beaucoup plus petits que les murailles (fig. 9*b*). D'autre part celles-ci ne sont pas tout à fait indépendantes des planchers, car on constate qu'elles sont infléchies à leur niveau. Nous serons ainsi amenés à penser que ces divers éléments, tout en se reliant intimement les uns aux autres, ont été cependant sclérifiés d'une manière indépendante et probablement bien postérieurement à leur formation. On peut expliquer de cette manière que les planchers manquent tout à fait dans le genre *Archæocyathus* : la sclérisation ne se faisant que tardivement et progressivement la partie antérieure reste molle, ce qui permet à l'animal de croître sans former de chambres nouvelles.

Les cloisons rayonnantes sont analogues aux murailles criblées des vésicules accessoires fréquentes dans les genres précédents, et elles résultent comme elles d'une prolifération de la muraille. Leur disposition rappellerait davantage encore les séparations des vésicules dans le genre *Thalamopora* ; elles sont seulement plus nombreuses et plus régulières.

RÉSUMÉ.

Les formes les plus simples du groupe des Spongiaires sont essentiellement caractérisées par un squelette formé de lames simples régulièrement perforées, et constituées par des spicules simples ou triradiés. Ces lames forment la muraille externe et souvent aussi une muraille interne ou un tube central ; elles

peuvent en outre proliférer à l'intérieur et donner naissance soit à des cloisons régulières, soit à des vésicules accessoires.

Le premier groupe à cloisons régulières est le plus ancien et correspond aux Archéocyathinés du Cambrien. J'ai indiqué que dans ces formes la sclérification semble ne s'être produite que progressivement d'arrière en avant laissant ainsi la partie antérieure molle et susceptible de croître normalement. Cette partie non encore sclérifiée présentait une analogie singulière avec l'animal des Zoanthaires ; c'est la même forme, la même disposition générale, le tube central rappelle tout à fait le tube œsophagien des Actinies. La seule différence importante est la suppression des pores de la muraille externe. Il semble qu'à cette époque ces deux groupes de formes, Spongiaires et Zoanthaires étaient bien moins séparés qu'ils ne le sont aujourd'hui. Les Spongiaires avaient du reste commencé déjà leur évolution dans une direction particulière et divergente, caractérisée par la prolifération plus ou moins irrégulière du tissu spiculaire, dont le terme ultime est la constitution du tissu spongieux.

Les *Archæocyathus* présentent seulement les deux murailles externe et interne, reliées par des cloisons rayonnantes ; dans *Coscinocyathus* il existe en outre des planchers qui divisent l'animal en une série de segments.

Cette disposition devient ensuite tout à fait caractéristique (*Sphinctozoa* de Steinmann), et le squelette est dorénavant constitué par une succession de chambres d'abord annulaires ; c'est le cas des *Amblysiphonella* du Carboniférien. Les cloisons radiantes régulières ont disparu, et les proliférations de la muraille ne sont plus représentées que par des vésicules accessoires, très développées à l'intérieur des chambres. La forme particulière des chambres qui constituent le squelette, toujours arrondies en avant, montre que dans ce type la sclérification est précoce et met obstacle à la croissance directe de l'animal ; celle-ci ne peut plus s'effectuer que par un procédé de bourgeonnement. La muraille interne est représentée par un tube central largement perforé.

Des formes analogues persistent dans les terrains secondaires ; elles paraissent se développer surtout à la base de terrains créta-cés. Les *Barroisia* de l'Aptien ne diffèrent guère des *Amblysiphonella* que par la moindre hauteur des chambres annulaires, s'ouvrant sur le tube central par une seule rangée d'ouvertures. Dans les *Thalamopora* du Cénomaniens les chambres ne représentent plus qu'une portion d'anneau, elles constituent des vésicules qui viennent se grouper régulièrement autour du tube

central, disposition qui rappelle jusqu'à un certain point les cloisons rayonnantes des *Archæocyathus*.

Dès cette époque, du reste, on voit disparaître dans *Sphærocœlia* le tube central, et les chambres successives avec leur oscule présentent chacune exactement la disposition des *Olynthus* actuels formes jeunes des Éponges calcaires ; elles n'en diffèrent que par la sclérification bien complète du tissu spiculaire.

On sait que les espèces actuelles se compliquent rapidement par la prolifération vers l'intérieur de l'ectoderme, qui donne naissance au tissu caractéristique des Éponges. Certaines formes fossiles nous montrent le début de cette sclérification par le développement de spicules quadriradiés, et la constitution de piliers traversant les chambres. C'est ce que l'on observe dans les *Verticillites* qui sont encore pourvus d'un tube central, dans lequel les chambres s'ouvrent par une rangée d'ouvertures arrondies, exactement comme dans *Barroisia*.

LE MONT POUPEL PRÈS DE SALINS

PAR L'ABBÉ **Bourgeat**¹.

Lorsque, des environs de Dôle, on jette les yeux sur la bordure occidentale du Jura, l'attention est attirée tout d'abord par un massif presque deux fois plus élevé que cette partie de la chaîne et qui domine au Nord la ville de Salins. Ce massif est celui du Poupet.

Marcel Bertrand dans la légende de la feuille de Besançon en parle ainsi :

« Le point de convergence des deux lignes de failles qui limitent le plateau jurassien (failles du N.-S. et du N.E.-S.W.) correspond au mont Poupet, qui, par sa masse et sa hauteur, est le point saillant de l'orographie de la région ».

Le Poupet est en effet un massif unique dans la chaîne du Jura. Ce ne sont pas seulement deux grands faisceaux de failles qui viennent y converger, c'est-à-dire ceux de By et de Ronchaux d'une part, de Nans-sous-Sainte-Anne de l'autre, mais un nombre assez considérable d'autres failles. Entre les deux faisceaux se montrent en effet — au Nord-Est les failles de Goux, de Chatillon et d'Alaise — à l'Ouest la faille de Marnoz-les-Arsures — au Sud la faille du fort St-André et au Sud encore un décrochement qui d'Andelot longe la vallée de Salins. Le Poupet, ou tout au moins son voisinage immédiat, est un vrai centre d'irradiation de cassures. Il est lui-même de toutes parts circonscrit par des failles. C'est comme un nœud de sapin à moitié sorti d'une planche très fortement fendillée autour de lui.

D'où vient cette disposition singulière qu'on ne retrouve nulle part dans la chaîne ? Nulle part en effet les grandes saillies ne sont entourées d'un tel étoilement.

Il me semble, que pour l'expliquer, il faut tout d'abord admettre les idées que M. Bruckner exposait en 1902 à Genève sur la morphologie du Jura lorsqu'il divisait cette chaîne en deux parties : celle des plateaux, plus ancienne, celle des chaînes plissées, plus récente.

Toute la région qui s'étend au Nord du Poupet appartient au premier groupe ; c'est un véritable plateau à la surface duquel

1. Note présentée à la séance du 18 mai 1914.

le relief n'est que faiblement accusé et où la rivière dominante, la Loue, s'est creusé un cañon sans relation avec les alignements des terrains. Celle qui est au Sud est au contraire une région plissée, au relief jeune où les cours d'eau sont encore sous la dépendance des synclinaux et des anticlinaux. La première fut donc un butoir contre lequel vint se heurter la seconde lorsqu'elle se plissa sous la poussée sud du Massif alpin. Il en résulta naturellement des cassures nombreuses et en particulier le double faisceau de failles signalé par Marcel Bertrand.

Mais ce ne fut pas le seul effet de la poussée. Comme la résistance du plateau ne pouvait être partout la même, il y eut forcément des gauchissements et des décrochements de terrains.

Je laisse de côté les gauchissements ; mais lorsqu'on étudie la feuille de Lons-le-Saunier on s'aperçoit qu'à l'Est de St-Laurent, près du hameau des Martins, commence un décrochement qui s'avance vers le Nord, jusqu'au voisinage de la Billaude. Là, il semble avoir comme prolongement une faille qui se poursuivrait par Syam, Marnans, les Nans, Chapois et irait mourir à l'Est de Lemuy. Or en examinant un peu, on s'aperçoit que cette faille elle-même n'est qu'un décrochement. Il suffit en effet de ramener en arrière vers le Sud les terrains qui forment son regard oriental pour la faire presque complètement disparaître. Presque à la hauteur où elle cesse, en naît une autre qui descend d'Andelot vers Fonteny suivant la vallée de Salins où elle est plus ou moins masquée. Celle-ci n'est donc que la première reportée vers le couchant. A Salins, son existence ne paraît pas douteuse, car, outre que, de la ville au mont Poupet, s'avance Nord-Sud une cassure bien accusée, on remarque que les deux éperons rocheux qui dominent la ville ne se correspondent pas. Celui du Nord, qui porte le fort Belin est couronné par du Bathonien : celui du Sud qui porte le fort St-André est simplement Bajocien. Pour retrouver le même Bajocien, il faut aller jusqu'au Poupet. Au fort St-André il y a de plus une faille qui se continue très visiblement avec celle de Saizenay située en avant du fort Belin. Dès lors n'est-il pas naturel d'admettre que le Poupet n'est que l'éperon correspondant au fort St-André qui aurait été poussé en avant vers le Nord et surélevé. Les failles qui l'encerclent ne seraient que le résultat de son déplacement : celles qui viennent converger près de lui, mais dont la convergence est un peu au Sud, convergeraient exactement sur lui si on le ramenait à sa première position.

En résumé le Poupet serait un massif décroché de la zone des plissements, un éperon ayant perdu ses attaches. Les failles qui

rayonnent autour de lui auraient pour cause première la résistance du plateau contre les plissements ; mais leur disposition particulière, serait due aussi à l'origine très particulière du massif.

Ce décrochement n'est pas le seul. Il y a entre Molamboz et Villeneuve, à l'Ouest du Poupet, une faille très bien marquée sur la feuille de Besançon. Bertrand l'a figurée par une ligne continue ; mais si on l'observe dans le détail on s'aperçoit qu'elle est

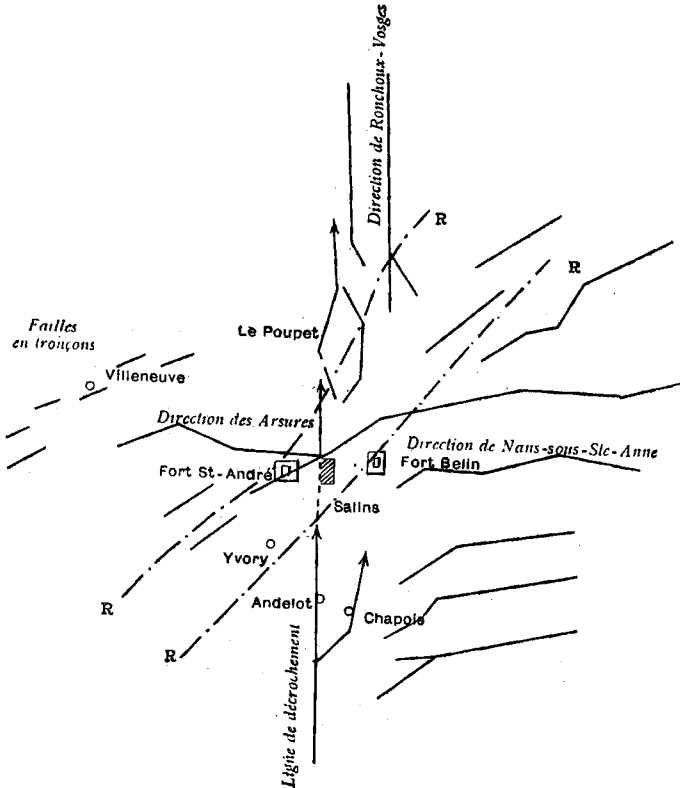


FIG. 1. — SCHEMA DES FAILLES VOISINES DE SALINS. 1/300 000 env.
RR, Lignes de raccordement.

formée de lambeaux jetés tantôt à droite, tantôt à gauche de sa direction générale avec des pendages qui varient sur de faibles distances. Elle a tout l'air d'une rupture divisée en tronçons qui ont été poussés inégalement en avant de la zone des plissements.

N'est-ce pas par l'effet de décrochements analogues que pourrait s'expliquer la disposition étrange du lambeau de Jurassique de la Grange-Fontaine noyé dans le Lias, comme l'a constaté en 1911, la Société géologique, et celle de la bande étroite de Bajocien

et de Bathonien, qui, des environs de la Tournelle à ceux de Vadans, est comprise entre le Trias au levant et le Lias au couchant, et comme affaissée entre ces deux terrains ?

Enfin ne serait-il pas permis de voir aussi un décrochement dans la faille nord-sud, qui, plus proche du Poupet que ces lambeaux, court du Nord au Sud, des Arsures à Mouchard ? Il suffirait en effet de ramener d'un kilomètre vers le Sud sa lèvre occidentale pour replacer les terrains à peu près dans leur contact normal.

Quoi qu'il en soit, le Poupet, si remarquable par sa masse et par le champ de cassures qui l'entoure, ne l'est guère moins par les dépôts glaciaires qui se montrent à ses pieds. Ceux-ci sont de deux sortes. Les uns visibles sur la route de Salins à Mouchard, près de Pagnoz, et sur la route de Salins à Arbois, depuis le col d'Aiglepierre-les-Arsures jusque près du village des Arsures, sont formés d'une brèche, qu'on a tantôt rapportée au Portlandien, tantôt au Tertiaire. Les autres répandus sur les territoires de Marnoz, d'Aiglepierre et des Arsures en allant vers Montigny, sont constitués par des blocs non soudés où les stries sont encore visibles et qui sont noyés dans une argile abondante. Les premiers paraissent plus vieux que les seconds et leur ancienneté serait mise hors de doute par les débris de végétaux qu'a trouvés M. Piroutet. C'est à eux très probablement que se rattache le Glaciaire de la forêt de Mouchard où l'on a trouvé une dent d'*Elephas Trogontheri* signalée en décembre 1913 à la Société. Les seconds semblent plus récents. Ils ont tous les caractères du Glaciaire des autres parties du Jura. Le Poupet ne serait donc pas seulement remarquable par sa masse et ses cassures, mais encore par la présence de deux glaciations.

Une chose très singulière dans ces glaciations, c'est que les débris s'en présentent plus loin du côté des Arsures, que du côté de Mouchard. Dans cette direction en effet je n'en ai pu trouver au delà de Pagnoz malgré de nombreuses recherches. Le col de Mouchard n'est cependant pas sensiblement plus éloigné du Poupet que celui d'Aiglepierre-les-Arsures. Il est sensiblement moins élevé. Il y a là un problème, qui sera probablement résolu lorsque se feront les tranchées de la voie ferrée en projet entre Mouchard et Villers-Farlay.

ETUDES SUR LES MARNES A FOSSILES PYRITEUX DU CALLOVIEN ET DE L'OXFORDIEN DANS L'EST DE LA FRANCE

PAR **Henri Joly**¹.

De tous les étages jurassiques qui affleurent dans l'Est de la France, le Callovien est un de ceux qui sont le moins connus quoique ayant fait l'objet de nombreuses recherches et de nombreux travaux.

Doit-on attribuer les causes de cette méconnaissance à l'hésitation qui a persisté longtemps et persiste encore à donner à la limite supérieure du Callovien une place nette, et par suite à donner aux étages callovien et oxfordien une constitution définie ; doit-on plutôt penser que la complication de la paléontologie stratigraphique et les variations de faciès sont venues apporter des difficultés très grandes ; ou bien encore est-ce l'absence d'affleurements nets et de fossiles bien caractérisés des marnes, dites à *Creniceras Renggeri*, qui sont les causes de notre méconnaissance des horizons paléontologiques et stratigraphiques, bases de la détermination nette des étages ; faut-il enfin attribuer notre ignorance à l'insuffisance d'observations précises ? toujours est-il que l'on peut facilement constater :

1° que certains auteurs placent la limite supérieure du Callovien au-dessus des couches caractérisées par *Quenstedticeras Lamberti*, *Q. Mariæ* et *Peltoceras athleta* à la base et *Creniceras Renggeri* au sommet (Munier-Chalmas pour le Callovien de Villers-sur-Mer² et de Lapparent³) ; que d'autres la placent en dessous de ces couches qui rentrent alors dans l'Oxfordien (Henri Douvillé⁴, de Grossouvre⁵, Haug⁶) ;

2° que les variations de faciès de l'étage callovien sont nombreuses dans l'Est de la France, des Ardennes au Jura, témoin

1. Note présentée à la séance du 22 juin 1914.

2. MUNIER-CHALMAS. Étude préliminaire des terrains jurassiques de Normandie. *C. R. Sommaire des Séances de la Soc. géol. de France*, 1892, p. CLXI.

3. DE LAPPARENT. *Traité de Géologie*.

4. H. DOUVILLÉ. Note sur la partie moyenne du terrain jurassique dans le bassin de Paris. *B. S. G. F.*, (3), t. IX, p. 441-451-472. 1881.

5. DE GROSSOUVRE. Sur le Callovien de l'Ouest de la France et sur sa faune, *B. S. G. F.*, (3), t. XIX, p. 247-262.

6. E. HAUG. *Traité de Géologie*.

les descriptions et les discussions remarquables de Wohlge-muth¹ ;

3° que la partie supérieure du Callovien est souvent recouverte par les éboulis de l'Oxfordien et du Rauracien, à moins que la végétation herbacée ne se soit emparée des affleurements des marnes et n'ait ainsi empêché toute observation comme toute recherche de fossiles ; ou bien encore à moins que des ravines en mettant les marnes à nu n'aient provoqué des mélanges de fossiles roulés par les eaux torrentielles ;

4° que faible est le nombre des travaux de paléontologie stratigraphique où les auteurs se soient attachés à bien séparer sur le terrain les différents niveaux fossilifères en même temps qu'à apporter une grande précision dans la détermination des espèces recueillies. Ces déterminations sont d'ailleurs d'autant plus difficiles que la plupart du temps les fossiles sont des Ammonites de très jeune âge ne présentant pas encore tous leurs caractères spécifiques, et que les ouvrages de détermination sont un peu confus.

Ainsi, pour toutes ces causes, le Callovien de l'Est de la France est encore assez peu connu ; j'ai pensé entreprendre l'étude paléontologique et stratigraphique de cet étage, de l'Ardenne au Jura ; mais, comme ce programme est très vaste et qu'au surplus il manque de bases précises, j'ai voulu d'abord, avant de tenter une explication et une généralisation, recueillir le plus possible de faits indiscutables, besogne longue et assez monotone, mais réservant parfois des surprises bien intéressantes. Je ne pouvais mieux faire que de m'adresser aux belles collections de l'Institut de Géologie de la Faculté des Sciences de Nancy, collections ayant appartenu pour certaines, à des géologues illustres : Buvignier, Moreau, Lebrun, Gaillardot, Gaiffe, Nieger, Authelin, etc., et d'ajouter à leurs échantillons ceux que M. Nicklès a eu l'amabilité de me communiquer et ceux que j'ai recueillis moi-même. De plus, il était nécessaire d'étudier séparément chaque gisement en s'attachant à rechercher sur le terrain les circonstances de chacun d'eux ainsi que les différents horizons paléontologiques et à bien dégager les caractères propres de ces gisements afin de permettre pour chacun d'eux de tirer des conclusions précises. On doit arriver ainsi par une réunion postérieure de toutes ces études séparées, à saisir un ensemble de l'étage et à conclure sur les horizons et sur les faciès.

1. WOHLGEMUTH. Recherches sur le Jurassique moyen à l'Est du bassin de Paris (Thèse). Nancy, 1882.

On se rendra bien compte par les quelques lignes qui suivent, résumant l'historique du Callovien du Nord-Est de la France, de l'utilité du présent travail.

On peut prendre comme base l'étude du Callovien et de l'Oxfordien à Authoison de M. V. Maire¹. Robert Douvillé et moi avons eu l'occasion dernièrement² de revoir la coupe d'Authoison et de relier le travail de M. Maire, sur ce gisement, à celui de M. Girardot sur les marnes à *C. Renggeri* de Morez en parcourant une série de gisements situés entre ces deux localités sur la feuille de Besançon. M. Maire reconnaît une zone à *Q. Lamberti* qui, d'après lui, doit être rattachée, à Authoison, à la zone à *C. Renggeri*.

Dans la Woëvre, M. Nicklès³, qui a pu faire des observations très précises et de grande importance sur un Callovien presque entièrement marneux, reconnaît trois zones calloviennes caractérisées chacune par de rares Ammonites, et surtout par des Annélides et des Lamellibranches : la zone à *C. gowerianum* renferme en abondance *Trigonia elongata*, *T. scarburgensis*, etc. ; la zone à *Stephanoceras coronatum* renferme en abondance *Serpula vertebralis* ; quant à la zone supérieure à *Peltoceras athleta* et *Q. Mariæ*, elle n'est caractérisée que par des débris de *Gryphæa dilatata*. M. Nicklès n'est d'ailleurs pas très affirmatif au sujet de cette dernière zone et pense que l'on pourrait bien plutôt placer ces couches, qui sont bien visibles dans la tranchée du chemin de fer de Metz à Verdun, à Eix-Abaucourt, dans l'Oxfordien, base de la zone à *C. cordatum*.

Vers le Nord-Ouest, les couches calloviennes deviennent en grande partie calcaires, c'est le Callovien des Ardennes où la gaize à *Q. Mariæ* est si bien représentée.

Entre Authoison et la Woëvre s'étend presque sans interruption une longue suite d'affleurements mi-calcaires, mi-marneux jalonnés de noms célèbres : Liffol, Rimaucourt, Manois, Andelot, Vesaignes, Prez-sous-Lafauche, Fréville, Brancourt, Ruppes, Toul et dont les horizons divers ont été décrits par Wohlgemuth qui ne semble pas s'être fait une idée très nette des équivalences ni des faunes ; il faut rendre hommage à la façon très précise

1. V. MAIRE. Contribution à la connaissance de la faune des marnes à *C. Renggeri* dans la Franche-Comté septentrionale. *Bull. Soc. grayloise émulation*, 1908.

2. *Bull. du Service de la Carte géol. de France*. Comptes rendus des collaborateurs pour la campagne de 1913.

3. R. NICKLÈS. Études géologiques sur la Woëvre : I, Callovien. *Bull. Soc. Sc. Nancy*, 1899. — Sur le Callovien de la Woëvre, *C. R. Ac. Sc.*, 24 janv. 1898.

dont il recueillait ses observations et dressait les coupes ou successions d'assises ; malheureusement il fut mal servi par une nomenclature stratigraphique défectueuse, par des changements de faciès fréquents et par des ouvrages de détermination trop peu précis, toutes choses qui ne lui permettaient pas de distinguer des horizons dans les *marnes à C. Renggeri*, de séparer les *Q. Lamberti* des *Q. Mariæ* et des *C. cordatum* ni de s'appuyer sur des bases pétrographiques précises et constantes. Aussi en est-il venu à dire qu'il n'y a pas de zone à *A. cordatus*, « car on trouve dans la Haute-Marne et les Ardennes *A. Lamberti* et *A. athleta* inséparables », et que « Opperl admet ensemble *A. Lamberti*, *A. Mariæ* et *A. cordatus* ». Et plus même, Wohlgermuth admet que le niveau à *A. athleta* renferme encore un mélange plus accentué de fossiles : *Mariæ*, *Lamberti*, *cordatus*, *coronatus*, *Jason*, *anceps*, *athleta*, *arduennensis*. Ainsi, pour cet auteur, dans les marnes à Ammonites pyriteuses de la Haute-Marne, les *Ammonites cordatus*, *arduennensis*, *Renggeri* caractéristiques de l'Oxfordien d'Alcide d'Orbigny, se trouvant associées avec les *Ammonites Mariæ* et *Lamberti* calloviennes pour ce dernier, il faudrait ranger ces couches arbitrairement, et les placer, avec la plupart des géologues, dans l'Oxfordien.

Au sujet des changements de faciès, nous retrouvons Wohlgermuth aussi perplexe : à Rimaucourt il constate une séparation nette ; les calcaires marneux à *A. athleta* se distinguent on ne peut mieux des marnes à *C. Renggeri* qui les surmontent ; mais au Nord de Rimaucourt, les calcaires à *A. athleta* disparaissent ; puis, entre Liffol et Neufchâteau ce sont les marnes ferrugineuses à *A. anceps* qui disparaissent à leur tour et l'auteur se demande s'il y a lacune ou si pendant qu'il se déposait du calcaire au Sud, il ne se déposait pas de l'argile au Nord. Penchant d'abord pour la seconde de ces alternatives, il revire bientôt et se rallie à la première hypothèse en déclarant qu'à Toul toutes les marnes qui sont au-dessus des calcaires marneux à *Macrocephalites* sont des marnes à *Renggeri*. Il est ainsi amené à ranger dans l'Oxfordien les argiles à *Serpula vertebralis* et *Belemnites clucyensis* de Toul qui sont aussi pour lui le niveau de la *Trigonia elongata*.

Ce long préambule que l'on voudra bien me pardonner m'a semblé nécessaire pour faire ressortir la confusion qui règne actuellement dans la connaissance de la stratigraphie et de la paléontologie du Callovien de l'Est de la France, et pour montrer comment j'espère arriver à des conclusions d'ensemble précises.

J'étudierai successivement chacun des gisements de fossiles calloviens et surtout ceux qui appartiennent à l'assise connue sous le nom de « marnes à *Creniceras Renggeri* » en essayant de dégager nettement le ou les horizons et les caractères fauniques de ces gisements, puis je rassemblerai le tout en une étude générale de l'étage forcément ainsi homogène et appuyée sur des bases solides.

Cette première note aura pour objet l'étude de la faune des marnes dites à *C. Renggeri* des environs de Toul, celles-là même que Wohlgemuth rattachait à l'Oxfordien.

FAUNE ET VÉRITABLE PLACE DES MARNES DITES
A *CRENICERAS RENGGERI* DANS LA RÉGION DE TOUL.

Les gisements signalés par Wohlgemuth sont les suivants : fort de DOMMARTIN-LÈS-TOUL où cet auteur prétend avoir trouvé *Cosmoceras Jason* et *Belemnites clucyensis* ; LE TILLOT où il pense avoir trouvé *Cosmoceras ornatum*, *Ammonites Baugieri*, *arduennensis*, *Mariae* (?), *Bel. clucyensis* et des *Aptychus* ; TUILERIE DE BELLEVUE où il cite *Cosmoceras ornatum*, *Jason*, *Ammonites arduennensis*, *Mariæ* (?), *oculatus*, *Erato*, *plicatilis*, *Baugieri*.

De ces gisements je n'ai trouvé aucune trace dans la collection de Wohlgemuth, collection qui est conservée à l'Institut de géologie de la Faculté des Sciences de Nancy ; les autres collections de l'Institut m'ont fourni de nombreux fossiles de la tuilerie de Bellevue, mais aucun des deux autres gisements cités. Par contre, tant dans les collections de l'Institut de Géologie que dans celles qui m'ont été gracieusement communiquées et que dans la mienne, j'ai pu étudier des échantillons provenant de Foug (déblais du canal), d'Ecrouves (déblais du canal), de la marnière de la Société des ciments de Pagny-sur-Meuse, près le moulin Ste-Catherine, à Ecrouves et de Bouvron.

Les Ammonites pyriteuses de petite taille prédominent dans ces gisements où la nature pétrographique de la roche est une marne grise-bleuâtre se délayant facilement à l'eau : mais l'abondance des fossiles n'est pas très grande.

Voici les fossiles recueillis dans ces divers gisements :

I. BOUVRON.

Cosmoceras cf. Duncani SOWERBY.

J'ai pu étudier cinq exemplaires de *Cosmoceras* provenant de cette localité ; ils sont d'une bonne conservation et ne peuvent

guère être rapprochés que de *Cosmoceras Duncani*, quoique leurs ornements soient très nets et très aigus. Ils ont été recueillis vraisemblablement dans le terrier de la tuilerie.

II. TUILERIE BELLEVUE A TOUL.

<i>Balanocrinus subteres</i> v. MÜNSTER	<i>Cosmoceras gowerianum</i> Sow.
in GOLDF.	— <i>transitionis</i> NIKITIN.
<i>Ostrea sandalina</i> GOLDFUSS.	— sp.
<i>Nucula inconstans</i> ROEDER.	<i>Perisphinctes bernensis</i> DE LOR.
<i>Arca Gagnebini</i> DE LORIOI.	— <i>Kobyi</i> DE LORIOI.
<i>Arca (Macrodon) concinna</i> PHIL.	— cf. <i>Picteti</i> DE LOR.
<i>Belemnites (Belemnopsis) hastatus</i> BLAINVILLE.	<i>Peltoceras annulare</i> REINECKE.
<i>Reineckeia lifolensis</i> STEINMANN.	<i>Hecticoceras suevum</i> BONARELLI.
<i>Cosmoceras aculeatum</i> EICHWALD.	— <i>Bonarellii</i> DE LORIOI.
— <i>Duncani</i> SOWERBY.	— <i>lunula</i> REINECKE.
— <i>ornatum</i> SCHLOTHEIM.	— <i>Matheyi</i> ? DE LORIOI.
	— cf. <i>coelatum</i> COQ.

On peut faire sur ces espèces les remarques suivantes : l'espèce *Reineckia lifolensis* ST. n'a pas été figurée par Steinmann qui l'a créée sur une figure de d'Orbigny. L'Institut de Géologie de Nancy possède cinq exemplaires que l'on doit rapporter à cette espèce malgré leur petitesse. La rareté des *Reineckia* dans les marnes à *C. Renggeri* est une des raisons qui m'ont porté à bien m'assurer de la rigueur de mes déterminations pour cette espèce dont la présence à la tuilerie de Bellevue semble indiquer nettement que l'on se trouve tout à fait à la base des marnes à Ammonites pyriteuses.

Les exemplaires de *Cosmoceras aculeatum* sont très typiques quoique jeunes et il ne me semble pas possible de les confondre avec le *C. ornatum* ; ils sont aussi très nombreux, cette espèce est certainement la plus abondante de toutes les espèces de *Cosmoceras* dans ce gisement.

Cosmoceras transitionis et *C. Duncani* sont des espèces assez bien représentées, mais *C. ornatum* est plus rare et je n'ai pu reconnaître que quatre exemplaires de cette espèce sur plus de 300 *Cosmoceras* provenant de ce gisement. Enfin l'exemplaire que je rapporte à l'espèce *Cosmoceras gowerianum* Sow. est très petit, a 15 mm. de diamètre et je crois qu'il ne faut pas attacher une certitude absolue à cette détermination.

J'ai nommé *Cosmoceras* sp. un exemplaire unique, forme malade sans doute, qui n'a qu'une rangée latérale de tubercules et dont les côtes passent sur la région ventrale sans nœuds ni interruptions. Pour les *Perisphinctes* qui sont toujours difficiles

à déterminer lorsqu'ils sont, comme dans le cas présent à l'état jeune, il semble bien toutefois que la plupart des exemplaires se rapportent à l'espèce *P. bernensis*. Les deux autres espèces trouvées sont rares.

Peltoceras annulare est assez fréquent.

Les *Hecticoceras* sont très nombreux en individus ; j'ai pu en compter plus de 300, mais ils sont très petits et une centaine à peine ont pu être déterminés. *Hecticoceras lunula* est l'espèce la plus fréquente avec *H. suevum*.

De cette liste de fossiles on peut conclure que le gisement de la tuilerie Bellevue de Toul est situé dans les assises du Callovien moyen (ou Callovien supérieur de la Woëvre selon M. Nicklès) et même assez bas dans ces assises ainsi qu'en témoigne la présence de *Reineckeia lifolensis*, de *Cosmoceras gowerianum* et d'*Hecticoceras lunula*, l'absence ou la rareté de *Taramelliceras*, de *Creniceras* et de *Quenstedticeras*. D'autre part, l'absence de *Macrocephalites* et de *Trigonia* prouve que l'on ne se trouve pas dans le Callovien inférieur.

Les marnes de la tuilerie de Bellevue correspondent bien au Callovien moyen, elles sont l'équivalent des couches H_{1-3} décrites par Robert Douvillé¹ et des couches à *P. athleta* et *C. ornatum* d'Authoison décrites par M. Maire.

III. ECROUVES (déblais du canal).

Perisphinctes bernensis DE LORIOI. *Distichoceras bipartitum* v. ZIET.
Peltoceras anulare REINECKE. *Horioceras Baugieri* D'ORBIGNY.
Hecticoceras sp.

Cette liste est assez réduite mais ce n'est sans doute qu'à cause de la pauvreté des collections de l'Institut de Géologie en fossiles de ce gisement. Les *Hecticoceras* sont trop petits pour être déterminés. Mais la présence de *Distichoceras bipartitum* et de *Horioceras Baugieri* indique des couches inférieures du Callovien moyen (ou supérieur de M. Nicklès). Ce gisement peut donc encore être assimilé comme le précédent, aux couches H_{1-3} de Villers-sur-Mer et au deuxième niveau d'Authoison.

IV. FOUG (déblais du canal).

Hecticoceras cf *suevum* BONAR. *Hecticoceras* cf *cœlatum* COQ.
Oppelia inconspicua DE LORIOI.

1. R. DOUVILLÉ. Étude sur les Cardiocératidés de Dives, Villers-sur-Mer et quelques autres gisements. *Mém. Soc. géol. Fr. Pal.*, t. XIX, fasc. 2, 1912.

Cinq échantillons seulement ont pu être à peu près déterminés, aussi est-il impossible de tirer des conclusions pour ce gisement.

V. MARNIÈRE DU MOULIN SAINTE-CATHERINE A ECROUVES.

<i>Ostrea Roederi</i> DE LORIOI.	<i>Aspidoceras</i> cf. <i>perarmatum</i> BUKOWSKI.
<i>Pecten Lauræ</i> ETALLON.	
<i>Belemnites (Belemnopsis) hastatus</i> BLAINVILLE.	<i>Hecticoceras punctatum</i> STAHL.
— <i>Girardoli</i> DE LORIOI.	— <i>Bonarellii</i> DE LORIOI.
<i>Quenstedticeras Lamberti</i> SOW.	— <i>Matheyi</i> DE LORIOI.
<i>Cosmoceras aculeatum</i> EICHWALD.	— <i>suevum</i> BONARELLI.
— <i>ornatum</i> SCHLOTHEIM.	<i>Oppelia inconspicua</i> DE LORIOI.
— <i>Duncani</i> SOWERBY.	<i>Creniceras Renggeri</i> OPPEL.
<i>Perisphinctes bernensis</i> DE LORIOI.	<i>Distichoceras bipartitum</i> v. ZIET.
	<i>Aptychus berno-jurensis</i> THURN.
	— sp.

Malgré le petit nombre d'échantillons que j'ai pu recueillir dans ce gisement, le nombre des espèces est assez élevé.

Il y a lieu de remarquer la présence de *Quenstedticeras Lamberti* Sow. représenté par quatre exemplaires dont un seul est entier; les autres à l'état de fragments montrent que cette espèce est fragile et qu'elle a pu très bien passer inaperçue quoique peut-être existante sur les autres gisements. *Cosmoceras ornatum* semble ici un peu plus abondant. Notons aussi la présence de *Creniceras Renggeri* qui est de très petite taille mais reconnaissable; enfin *Distichoceras bipartitum* est assez abondant.

La comparaison des deux listes de fossiles des gisements de la tuilerie Bellevue et du moulin Sainte-Catherine montre qu'on se trouve au même niveau car, à part quelques différences de nombre d'espèces, les mêmes caractéristiques se retrouvent: abondance des *Cosmoceras*, rareté des *Quenstedticeras*, présence des *Hecticoceras* de la base, rareté des *Oppelia*.

Enfin j'ajouterai qu'un certain nombre de fossiles pyriteux provenant de la collection Beaugé ont simplement comme indication de lieu d'origine: « Toul ». Ces fossiles viennent vraisemblablement de la tuilerie Bellevue; d'ailleurs les espèces que j'y relève sont déjà citées dans ce gisement sauf qu'il faut ajouter: *Hecticoceras submatheyi* LEE., *Taramelliceras* sp.

Cette dernière citation était intéressante car elle indique que si le genre *Taramelliceras* est très rare, il existe cependant.

Avant de tirer les conclusions de cette note, il me semble utile de rappeler la constitution du Callovien et de l'Oxfordien

de la région de Toul, la disposition des lieux, et de situer stratigraphiquement les gisements précédents.

Le Callovien débute à la base par des marnes dans lesquelles se voient encore quelques bancs de calcaires marneux ; ces bancs sont observables au fort du Tillot (Sud-Est de Toul). Les marnes du Callovien inférieur qui semblent assez épaisses ont pu être étudiées dans les travaux de l'ouvrage du Mordant, à la lisière sud-est du bois de Villey-Saint-Etienne et où j'ai pu recueillir *Trigonia Meriani* AGASSIZ, *Trigonia scarburgensis* LYCETT, *Hecticoceras* sp. et des *Macrocephalites* pyriteux. Les mêmes couches, quoique un peu supérieures, se rencontraient dans les fossés du fort du Vieux Canton où les débris de Trigonies étaient abondants. C'est dans ces couches également que M. Nicklès a trouvé *Cosmoceras gowerianum* Sow., au Taconnet, à 2 km. au Nord-Est de Toul.

Les marnes bleu foncé à *Serpula vertebralis* qui viennent au-dessus sont visibles dans les tranchées de la batterie située à droite de la route qui va de Toul à Villey-Saint-Etienne, avant son entrée dans le bois de Villey-Saint-Etienne ; *Serpula vertebralis* se trouve là en abondance.

La tuilerie Bellevue de Toul est située à l'Ouest de la faille de la côte Barine, elle est à une quarantaine de mètres au moins au-dessus du Bathonien et à 70 ou 80 m. en dessous de la base de l'Oxfordien calcaire ; elle est certainement au-dessus des marnes bleues à *Serpula vertebralis*.

Les déblais du canal à Ecrouves et à Foug ainsi que la marnière du moulin Sainte-Catherine semblent appartenir au même niveau.

CONCLUSIONS

Le Callovien à petites Ammonites pyriteuses des environs de Toul correspondrait donc soit à la partie supérieure de la zone à *Stephanoceras coronatum* soit à la partie inférieure de la zone à *Peltoceras athleta* et *Quenstedticeras Mariæ*, zones reconnues par M. Nicklès dans la Woëvre.

Ce niveau peut être assimilé avec assez de précision à celui que V. Maire a reconnu, à Authoison, au deuxième niveau du Callovien et qu'il a dénommé couches à *Peltoceras athleta* et à *Cosmoceras*. Cependant V. Maire ne signale pas *Quenstedticeras Lamberti*, mais, dans une visite que je fis avec Robert Douvillé au gisement d'Authoison l'année dernière, j'ai pu recueillir cette espèce dans l'horizon à *Cosmoceras*. Il n'y a donc pas de doute

possible sur l'assimilation des couches des environs de Toul que je viens de décrire avec celles du niveau à *P. athleta* et à *Cosmoceras* d'Authoison. Cette assimilation est basée sur la rareté des *Quenstedticeras*, l'abondance des *Cosmoceras*, des *Hectioceras* du groupe de *H. punctatum* (*H. lunula*); sur la présence de *Distichoceras bipartitum*.

D'autre part, à Villers-sur-Mer, c'est dans le niveau supérieur à *Cosmoceras* et à *Q. Lamberti*, niveau H_{1-3} de Robert Douvillé que l'on rencontre la faune du niveau 2 d'Authoison et celle des environs de Toul.

Ainsi le Callovien à Ammonites pyriteuses de la région de Toul appartient à l'horizon à *Peltoceras athleta* et à *Cosmoceras*. *Quenstedticeras Lamberti* y fait déjà son apparition.

OBSERVATIONS SUR DIVERSES NOTES CONTENUES DANS LE
COMPTE RENDU SOMMAIRE DE LA RÉUNION DES
CORBIÈRES EN 1913

PAR L. Carez¹.

Je viens seulement de prendre connaissance du compte rendu sommaire de la réunion de la Société géologique à Narbonne², réunion à laquelle mon éloignement de France à cette époque m'a empêché d'assister ; je désire présenter de très courtes observations sur quelques-uns des points traités.

I. En premier lieu, je suis heureux de voir que les membres présents à la réunion et notamment M. W. Kilian (p. 162) qui a une compétence spéciale pour tout ce qui concerne le Crétacé inférieur, ont adopté ma manière de voir pour l'âge des couches à *Horiopleura Lamberti* et *Polyconites Verneuli*. J'ai soutenu, en effet, depuis plus de vingt ans³ que les couches en question, connues sous le nom de couches de Vinport, appartiennent à l'Aptien, malgré l'opinion contraire professée par MM. Seunes, Munier-Chalmas et Henri Douvillé.

La coupe de l'entrée des gorges de Saint-Antoine-de-Galamus que j'ai indiquée dès cette époque et à laquelle M. Jacob a fait allusion dans le compte rendu de la dernière réunion, ne laisse aucun doute à cet égard, puisque le niveau paléontologique en question, très fossilifère, est situé à la limite supérieure des calcaires surmontés par des schistes gréseux qui contiennent encore à deux cents mètres plus haut *Ammonites fissicostatus* et *Plicatula aspera*. Cette coupe se trouve d'ailleurs en un point où la succession, très régulière, n'est susceptible d'aucune autre interprétation.

La couche fossilifère de la partie supérieure des calcaires renferme *Terebratella Delbosi* HÉBERT, dont le niveau est ainsi bien fixé comme le désirait M. Kilian ; elle contient également *Horiopleura Lamberti* MUN.-CH., contrairement à ce que croit M. Jacob (p. 166).

La position des couches à *Horiopleura Lamberti* et *Polyconites Verneuli* dans l'Aptien et non dans l'Albien a donc été fixée

1. Note présentée à la séance du 22 juin 1914.

2. *Compte rendu sommaire. Soc. géol. France*, 1913, p. 143.

3. *B. S. G. F.*, (3), XX, p. 470, 1893, et publications subséquentes.

par moi sans ambiguïté possible depuis 1893, rappelée dans tous mes travaux et maintenue jusque dans mon résumé final¹.

II. Les membres présents à la réunion se sont aussi beaucoup occupés de l'Éocène, notamment au point de vue de la classification dans les diverses régions sous-pyrénéennes. M. Jacob indique, comme une nouveauté, l'attribution au Thanétien, des calcaires à Miliolites de l'Ariège. S'il avait lu mon résumé, il y aurait vu que c'est la classification que j'ai adoptée (tableau de la page 28).

Si je n'ai pas cru devoir séparer le Sparnacien c'est qu'il est impossible dans les régions que j'ai étudiées de distinguer une faune spéciale à cet étage : *Ostrea uncifera* LEYM. qui serait l'espèce caractéristique du Sparnacien, existe dès la base des calcaires à Miliolites, et tout l'ensemble est très peu riche en fossiles à l'exception des Foraminifères. J'ajouterai que, d'après le compte rendu sommaire, M. Depéret paraît douter de l'individualité du Sparnacien, même dans le pays qui a fait l'objet des recherches de M. Doncieux.

Un autre point qui a été discuté est celui de l'ouverture du golfe éocène des Corbières. M. Depéret (p. 156) dit que ce golfe était certainement fermé du côté de la Méditerranée, ce qui est exactement le contraire de ce que j'ai déclaré dans l'ouvrage précité (voir notamment la planche VI).

Il me paraît impossible d'admettre que le golfe éocène des Corbières et de l'Ariège ait communiqué avec le golfe atlantique de la même époque, à cause de la différence si remarquable de la faune des deux régions et de la diminution d'épaisseur des couches marines en s'avancant des Corbières vers la Haute-Garonne. Dans cette dernière région, à l'Ouest de la Garonne, les assises marines éocènes se réduisent à quelques mètres entre le Crétacé supérieur et les poudingues.

Comme il faut bien que le golfe éocène ait communiqué avec une mer, je suis amené forcément à considérer que c'était avec la Méditerranée puisque toute issue lui est fermée du côté de l'Atlantique. Il n'est d'ailleurs pas tout à fait exact de dire que les faciès lacustres ou saumâtres s'accroissent de l'Ouest à l'Est ; ce n'est vrai que pour le Thanétien et pour le côté méridional du synclinal. L'épaisseur et la complexité des couches marines sont beaucoup plus grandes à l'Est (feuilles de Carcassonne et Narbonne) qu'à l'Ouest (feuilles de Foix, Pamiers, Saint-Gaudens).

1. *Mém. S. G. F., Géologie* (4), II, n° 7, p. 18, 1912.

NOTICE GÉOLOGIQUE SUR HAMMAM MESKOUTIN (ALGÉRIE)

PAR **L. Joleaud** ¹

I. — SITUATION GÉOGRAPHIQUE ²

Les sources thermales d'Hammm Meskoutin prennent naissance entre les cotes 300 et 350 à 10 km. à l'Ouest de Guelma. La plupart émergent le long du chabet Ain bou Ali, affluent de droite de l'oued Bou Hamdan ou moyenne Seybouse. Les plus élevées sortent au contact de conglomérats pontiens et de travertins quaternaires. Les plus basses se trouvent presque toutes à la limite de ces mêmes travertins et d'une terrasse alluvionnaire qui domine la vallée de 30 m. environ (fig. 6); quelques-unes seulement jaillissent de l'intérieur de la masse travertineuse, au voisinage ou dans les tranchées même de la voie ferrée de Bône à Constantine, entre les chabets Ain bou Ali et Zerdouina (fig. 1).

L'oued Bou Hamdan, à la hauteur d'Hammm Meskoutin, coule vers la cote 280; les exurgences thermales dominent donc son lit de 20 à 70 m.

II. — STRATIGRAPHIE ³

Le plateau de travertins quaternaires d'Hammm Meskoutin s'étend assez largement à l'É. des sources actuelles. Il présente, au point coté 416, un effondrement datant du mois de juillet 1879, effondrement qui a mis à découvert un petit lac souterrain ⁴.

Vers le Sud et l'Ouest, ce plateau est dominé par des coteaux de conglomérats et de travertins pontiens au delà desquels s'élèvent les djebels Roussin (880 m.) et Groura (867 m.) formés d'argiles et de grès nummulitiques.

1. Note présentée à la séance du 4 mai 1914.

2. Voir : Carte de l'État-Major 1/50 000, feuilles d'Hammm Meskoutin et d'Oued Zenati.

3. VOIR : DARESTE DE LA CHAVANNE. La région de Guelma. Étude spéciale des terrains tertiaires, *Thèse Fac. Sc. Lyon*, 1910. — BLAYAC. Esquisse géologique du bassin de la Seybouse et de quelques régions voisines, *Thèse Fac. Sc. Paris*, 1912.

4. DAVID (*Bull. Soc. Sc. phys., nat. et clim. Alger*, XVII, 1880, p. 49) dit que ce petit lac aurait sur divers points une profondeur de 15 à 20 mètres.

Le substratum des coteaux pontiens comme celui des reliefs gréseux nummulitiques est constitué par des calcaires à silex et des argiles éonummulitiques, qui affleurent dans le vallon du chabet Ain bou Ali, et dans les ravines voisines. Enfin au-dessous de l'Éonummulitique apparaît le Néocomien formé de calcaires dolomitiques identiques à ceux des montagnes du N.

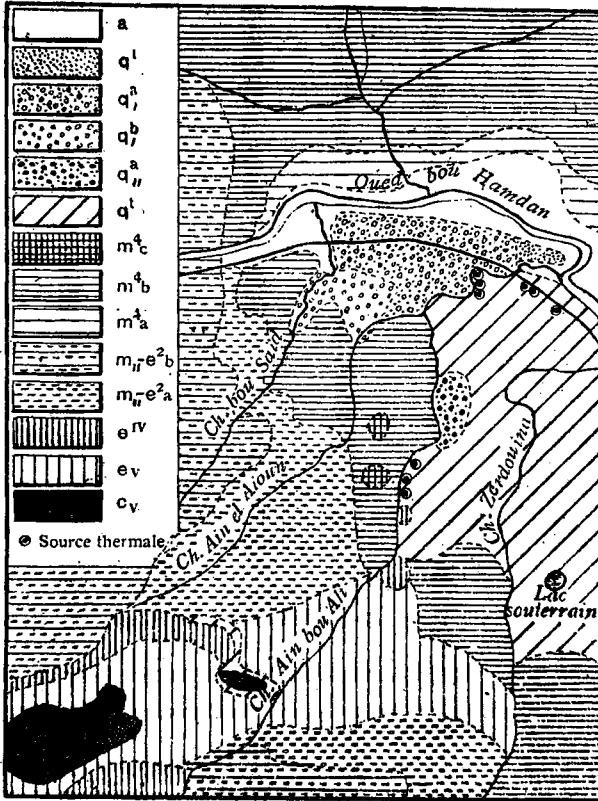


FIG. 1. — CARTE GÉOLOGIQUE DES SOURCES D'HAMMAM MESKOUTIN. — 1/62 500.

a, Néopliocène (alluvions); q^t, Pléistocène récent (terrasse de 15 m.); q^a, Pléistocène ancien (terrasse de 30 m.); q^b, Pléistocène ancien (terrasse de 50 m.); q^a_{II}, Postpliocène moyen (terrasse de 100 m.); q^t, Pléistocène (travertins); m^a_c, Pontien (calcaires); m^a_b, Pontien (conglomérats); m^a_a, Pontien (argiles); m_{II}-e²_b, Nummulitique (grés); m_{II}-e²_a, Nummulitique (argiles); e^{IV}, Éonummulitique (calcaires); e^v, Éonummulitique (argiles); c^v, Néocomien (calcaires dolomitiques).

de la vallée de la Seybouse : contre le plus oriental de ces pointements de calcaires dolomitiques est plaqué un travertin analogue à celui du voisinage des sources, travertin qui s'élève

jusque vers la cote 680 (fig. 1 et 6) : ni ce travertin, ni les calcaires dolomitiques ne figurent sur la carte de M. Blayac.

Au N. des sources, sur la rive gauche de l'oued Bou Hamdan, s'étend une zone d'argiles et de conglomérats laguno-lacustres datant du Pontien, que domine la masse des calcaires dolomitiques néocomiens du djebel Debar (1 060 m.) (fig. 3).

III. — TECTONIQUE

Le Debar fait partie d'un important anticlinal qui comprend, plus à l'W., les djebels Taya, el Grar et Hahouner. Cet anticlinal n'appartient pas, comme l'a admis M. Blayac¹, à la chaîne Numidique, dont j'ai pu suivre le prolongement bien plus au N., entre Gastu et Penthièvre, où des rochers calcaires mésonum-

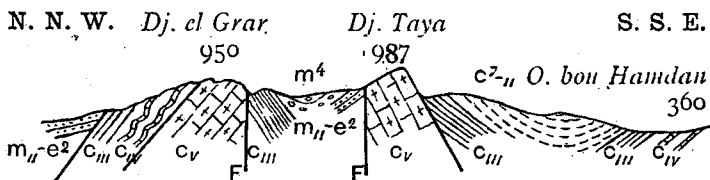


FIG. 2. — COUPES DES DJ. EL GRAR ET TAYA.



FIG. 3. — COUPES DU DJ. DEBAR A HAMMAM MESKOUTIN. — 1/100 000.

a, Néopliocène (alluvions); q^t, Pléistocène (travertins); m⁴, Pontien; m_{II}-e², Nummulitique (grès et argiles); c⁷⁻¹¹, Aptien, Méso- et Néocrétacé(?); c_{III} Hauterivien; c_v, Néocomien (calcaires dolomitiques).

mulitiques, en jalonnent la direction². En réalité, l'anticlinal du Debar continue, dans la direction de l'Est, l'anticlinal constantinois Tefhaha-Kheneg-Akhal³ et comme lui, il présente, dans sa région axiale, des pointements de calcaires dolomitiques néocomiens (fig. 4).

1. Thèse, p. 466.

2. L. JOLEAUD. C. R. Ac. Sc.

3. L. JOLEAUD. Étude géologique de la chaîne Numidique et des monts de Constantine (Algérie). Thèse Fac. Sc. Paris, 1912, pl. II.

Au-dessus de ces calcaires, viennent, dans le djebel Bou Sba, à l'Est du Debar, des marno-calcaires que surmontent les marnes barrémiennes à Ammonites pyriteuses¹.

DJEBEL EL GRAR. — J'ai retrouvé les mêmes marno-calcaires sur le revers nord du djebel el Grar, toujours entre les calcaires dolomitiques et les marnes barrémiennes. Mais ici un *décollement* s'est produit entre les calcaires dolomitiques et les marno-calcaires. Tandis que les premiers ont leurs strates rigides simplement découpées par des cassures en un certain nombre de fossés et de plateaux, les seconds dessinent au-dessus d'eux une série de petits plis secondaires (fig. 2).

DJEBEL TAYA. — Je n'ai pas observé ces marno-calcaires dans le djebel Taya, qui appartient à la retombée sud de l'anticlinal dont le Grar forme le flanc nord. Comme l'a indiqué M. Dareste de la Chavanne² et contrairement aux affirmations de M. Blayac³, les marnes barrémiennes à Ammonites pyriteuses du S. du Taya ne sont point concordantes avec les calcaires dolomitiques. Il s'est produit, au contact de ces deux formations, un étirement qui a abandonné en profondeur les marno-calcaires correspondant à ceux du Nord du Grar.

Ces marno-calcaires reparaissent, d'ailleurs, un peu plus au S., sur la rive droite de l'oued Bou Hamdan, où ils renferment *Exogyra Couloni* DEFR.⁴. D'après les observations faites dans le djebel Bou Sba et le djebel el Grar, ils seraient plus récents que les calcaires dolomitiques, et non point synchroniques, comme le pense M. Blayac⁵. Ils représenteraient vraisemblablement l'Hauterivien.

L'étirement qui s'est produit sur le flanc méridional du Taya est la conséquence d'un pli-faille (fig. 2).

DJEBEL DEBAR. — D'après M. Dareste de la Chavanne⁶, le djebel Debar serait formé d'assises calcaires dolomitiques plongeant au N. Suivant M. Blayac⁷, cette montagne serait constituée par un anticlinal dont les strates s'infléchiraient vers le N., dans la moitié septentrionale, et vers le S., dans la moitié méridionale.

1. DARESTE DE LA CHAVANNE. Thèse, p. 63, 64 (fig. 1).

2. Thèse, p. 223, pl. v (fig. 10).

3. Thèse, p. 161, 162 (fig. 31-32), 177, pl. v (fig. 9).

4. BLAYAC. Thèse, p. 163.

5. Thèse, p. 163.

6. Thèse, pl. v (fig. 7-8).

7. Thèse, p. 162 (fig. 33), 181 (fig. 34), pl. iv (fig. 10).

dionale. En réalité, le Debar constitue seulement la retombée nord d'un anticlinal. Aussi les couches sont-elles inclinées vers le N. sur presque toute sa largeur. Le repliement vers le S. que l'on observe sur la partie ouest de son bord méridional correspond à une flexure (fig. 3).

La structure géologique de ce relief est d'ailleurs assez compliquée. Vers son axe, entre les points cotés 730 et 667, s'étend un important paquet de grès éonummulitiques (fig. 5). Cet affleurement de plus de 5 km. de long, qui est signalé par la présence d'une belle forêt de chênes-lièges, a échappé à M. Blayac ¹.

Le bord nord du Debar est limité, entre les mechtas el Kalaa et Brahima, par un pli-faille, qui fait buter les calcaires dolomitiques contre les grès éonummulitiques. La coupe donnée par M. Blayac ² n'indique ni ce pli-faille, ni la zone gréseuse. C'est seulement au N. de cette zone qu'apparaissent les marnes barrémiennes. Ici encore les marno-calcaires intermédiaires ont dû disparaître dans l'étirement du pli-faille.

La flexure du flanc sud du Debar se présente dans les mêmes conditions que la faille du revers nord, au contact des calcaires dolomitiques et des grès éonummulitiques. Elle se transforme, d'ailleurs, en une faille du côté de l'Est ³.

FAISCEAU DE PLIS IMBRIQUÉS DU SUD DU DJEBEL DEBAR. — Entre le Debar et l'oued Bou Hamdan, aux environs immédiats d'Hammam Meskoutin, se développe un remarquable faisceau de plis imbriqués, qui affecte, en particulier, les marnes barrémiennes et vraconiennes à *Ammonites pyriteuses* et les marno-calcaires maestrichtiens à *Ovulaster* ⁴. L'ensemble de ces assises chevauche vers le S., les calcaires à Inocérames du Néocrétacé. Ce régime de dislocations est évidemment en rapport avec la flexure ou faille du bord méridional du Debar. Il permet d'expliquer la présence de lambeaux de calcaires dolomitiques au S. du Debar, dans le koudiat Henchir Djebana et le djebel Guerboussa ⁵ d'une part, et au S. E. d'Hammam Meskoutin, d'autre part (fig. 1). Ces lambeaux semblent être les seuls fragments conservés de la retombée sud de l'anticlinal du Debar : ils ont été repris au milieu de plis imbriqués aujourd'hui masqués par la continuité du manteau gréseux mésonummulitique.

1. Thèse, p. 162 (fig. 33), 181 (fig. 34), pl. iv (fig. 10).

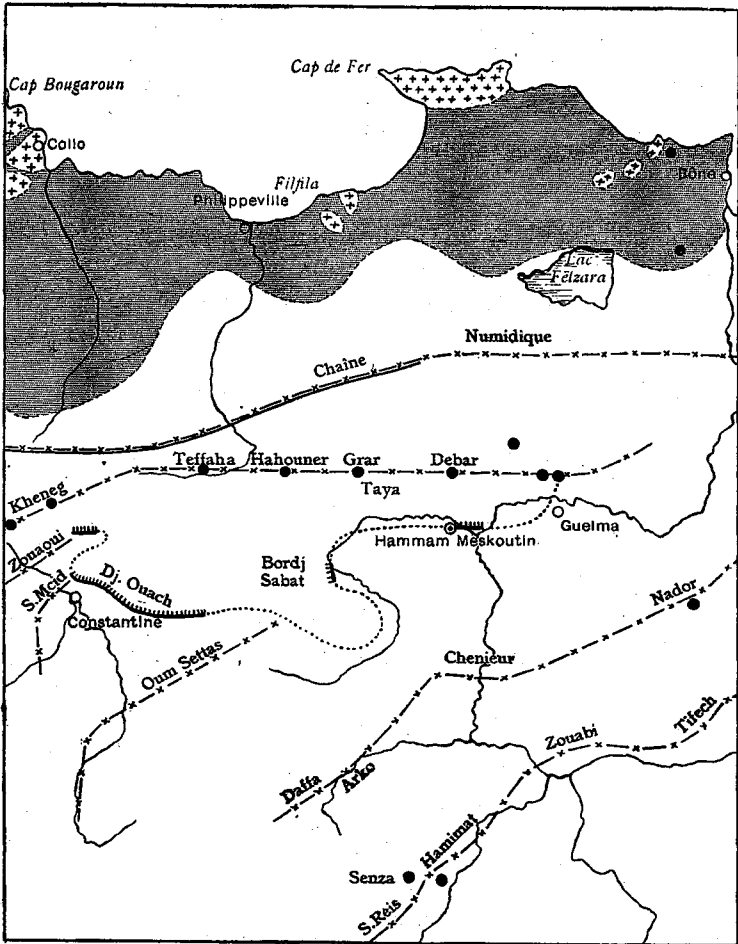
2. Thèse, p. 162 (fig. 33), etc.

3. BLAYAC. Thèse, pl. iv (fig. 11).

4. BLAYAC. Thèse, p. 359 (fig. 47).

5. DARESTE DE LA CHAVANNE. *Carte géol. Algérie*, feuille de Guelma, 1910.

Le même fait s'est produit sur le revers sud du djebel Bou Sba, où de petits pointements de calcaires dolomitiques ont été signalés¹ un peu à l'W. d'Héliopolis, à quelques kilomètres au N. de



Massifs anciens, Massifs éruptifs, Pli couché (Chaîne numidique), Anticlinaux, Lambeaux de recouvrement, Gîtes d'antimoine ou d'arsenic, ●

Fig. 4. — CROQUIS TECTONIQUE DE LA NUMIDIE CENTRALE. — 1/1 200 000.

Guelma. Peut-être même les marnes barrémiennes à Ammonites pyriteuses découvertes par mon père² au dra el Keroucha,

1. DARESTE DE LA CHAVANNE. *Carte géol. Algérie*, feuille de Guelma, 1910.
2. A. JOLEAUD. *B. S. G. F.*, (4), I, 1901, p. 135.

au S. W. de cette ville, font-elles également partie de la zone des plis imbriqués de la moyenne Seybouse (fig. 4).

Cette zone se continue vers l'W. et le S. W., dans la vallée de l'oued Zenati¹, peut-être jusque vers Ras et Akba², sûrement en tous cas vers Bordj Sabat, où j'ai observé des marnes barrémiennes à Ammonites pyriteuses chevauchant vers le S. des calcaires à Inocérames et à *Ovulaster* du Néocrétacé³. Vers la même longitude et à 15 km. plus au N., près de la limite des monts de Guelma et de Constantine, se dresse, sur le prolongement de l'axe anticlinal du Debar, le kef Hahouner, qui est lui aussi limité par une faille vers le Sud⁴. Ainsi, dans cette région, la zone des plis imbriqués du S. de l'anticlinal du Debar, au lieu d'être limitée à une bande de 8 km. en bordure de l'axe du pli, comme plus à l'E., s'étend à plus de 15 km. de celui-ci.

Elle prend encore une extension bien plus grande vers Constantine, sous la forme d'une nappe de charriage, qui s'étale sur plus de 25 km., depuis les hauteurs de Takouk (pointement de calcaires dolomitiques entre le Teffaha et le Kheneg), jusqu'au Mansoura (lambeau de marnes barrémiennes à Ammonites pyriteuses du Bon Pasteur): l'on retrouve, d'ailleurs, des affleurements de marnes barrémiennes dans la zone intermédiaire, par exemple, au douar Rorfen, un peu au S. E. du Teffaha⁵ (fig. 4).

IV. — ORIGINE GÉOLOGIQUE DES EAUX THERMALES D'HAMMAM MESKOUTIN

C'est précisément de la région de cassures, failles et plis-failles du S. du Debar, qui continue vers le N. E. la nappe de charriage de Constantine, que proviennent les eaux thermales d'Hamмам Meskoutin.

1. BLAYAC. Thèse, p. 361.

2. M. DARESTE DE LA CHAVANNE indique dans cette localité un lambeau de Crétacé (marnes vraconiennes à Ammonites pyriteuses, etc.) limité au S. par un pli-faille (Thèse, pl. v, fig. 9).

3. L. JOLEAUD. Thèse, p. 104, 172, 389, pl. II. — V. aussi BLAYAC. Thèse, p. 361, 362 (fig. 48).

4. BLAYAC. Thèse, pl. IV (fig. 8).

5. Sous cette nappe de charriage vont s'ennoyer, vers le N. E., la plupart des plis des monts de Constantine, anticlinaux du Zouaoui, du Sidi Meïd et de l'Oum Settas. Seuls les anticlinaux du Kheneg et du Daffa se prolongent dans les monts de Guelma. L'anticlinal du Kheneg, qui se continue par celui du Debar, finit au djebel Hahoura; au delà, vers l'E., le Crétacé disparaît et le Néonummulitique constitue à lui seul le massif des Beni Sala. L'anticlinal du Daffa, par l'oued Cheniour, le Nador et Duvivier, atteint les monts de la Calle, où j'ai reconnu, sur son alignement, des pointements sénoniens et suessonniens à Lamy (Bou Hadjar), Munier (Ouled Nasser), Sidi Tarf (Ouled Ali Aïchicha); je l'ai vu se continuer ensuite en Tunisie, vers ain Charchara, henchir el Mala, etc. (L. JOLEAUD. C. R. Ac. Sc.).

TRAVERTINS DE ROKNIA. — L'émergence de ces eaux a lieu dans une zone où le pli est recoupé par une aire d'ennoyage profondément disloquée. Les djebels el Grar et Taya sont, en effet, limités du côté de l'E., par d'importantes failles, auxquelles fait face la faille du bord ouest du Debar. La zone d'effondrement intermédiaire, qui est remplie par des argiles et des grès nummulitiques, offre un plateau de travertins quaternaires, qui porte les dolmens de Roknia (fig. 5). Une partie notable des eaux thermales de la région a donc eu jadis son point d'émergence au pied même du Debar. Elles y circulent même certainement encore : au moment de la construction de la route de Roknia à Hammam Meskoutin, des coups de mine amenèrent au jour, non loin du douar Roknia, une source chaude, que d'autres coups de mine firent disparaître par la suite¹.

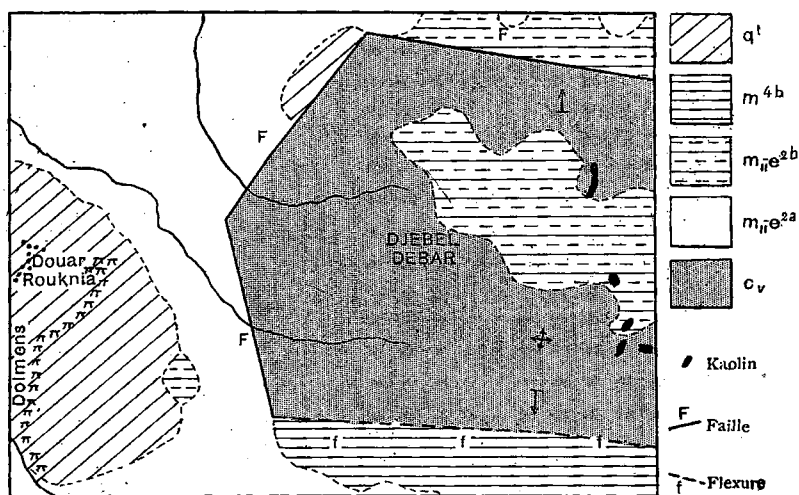


Fig. 5. — CARTÉ GÉOLOGIQUE DE L'EXTRÉMITÉ OCCIDENTALE DU DJEBEL DEBAR ET DU PLATEAU DE ROKNIA. — 1/60 000 ENV

q^t , Pléistocène (travertins); m^{4b} , Pontien (conglomérats); $m_{II}e^{2b}$, Nummulitique (grès); $m_{II}e^{2a}$, Nummulitique (argiles); c_v , Néocomien (calcaires dolomitiques).

KAOLIN DU DEBAR. — Auparavant les eaux thermales devaient venir au jour dans l'intérieur même de la montagne. L'on y observe, en effet, des affleurements de kaolin, qui ont fait récemment l'objet de quelques travaux de recherches (fig. 5). Or l'on sait que le kaolin provient de la décomposition d'éléments des roches, principalement des feldspaths, soit par une lente altéra-

1. Je dois ces renseignements à M. l'administrateur Lovichi.

tion, au voisinage de la surface du sol, soit par une transformation plus rapide, *sous l'influence de sources thermo-minérales*, comme permet de le constater la présence à leur voisinage de filons métallifères. Le kaolin du Debar ne saurait, étant donnée sa situation géologique, résulter d'une transformation sur place de feldspaths, qui font totalement défaut dans la zone. Comme l'on constate qu'il est lié à un gîte d'oxyde de fer, l'on peut penser qu'il est d'*origine hydrothermale*.

Les eaux chaudes qui sourdent maintenant à Hammam Meskoutin, devaient alors emprunter, dans les profondeurs du sol, de l'alumine et de la silice à des roches feldspathiques. Cet emprunt pouvait se faire à une très grande distance de leurs points d'émergence, peut-être au contact de granites, qui prolongeaient vers le Sud ceux du Filfila¹.

Les sources thermales de la région d'Hammam Meskoutin auraient donc été et seraient vraisemblablement encore des sources thermales *hypogènes*. Il n'y aurait, d'ailleurs, rien d'étonnant à ce que l'influence des venues granitiques de la zone littorale se soit fait sentir jusqu'aux alentours du Debar. Car il en a été ainsi plus à l'W., dans la région d'El Milia. Là le granite affleure jusqu'à 40 km. au S. du cap Bougaroun, et à 45 km. de la côte, son action métamorphique s'est encore manifestée par la transformation en pyroxène des calcaires liasiques de la mechta Gardjima. Ici les distances sont à peine différentes: il n'y a que 45 km. du promontoire le plus septentrional du Filfila au djebel Debar et les sources d'Hammam Meskoutin en sont à 50 km. (fig. 4).

V. — CARACTÈRES PHYSIQUES ET CHIMIQUES DES EAUX THERMALES D'HAMMAM MESKOUTIN

CARACTÈRES PHYSIQUES. — Si les sources thermales d'Hammam Meskoutin sont bien hypogènes, il n'est pas étonnant que leur température (95°) soit plus élevée que celle de la plupart des sources chaudes d'Algérie qui sont radeuses. C'est sans doute à l'importance considérable des accidents tectoniques auxquels est liée leur venue que serait dû leur énorme débit (500 litres à la seconde).

CARACTÈRES CHIMIQUES. — Ces eaux sont de plus remarquables

1. J'ai montré récemment que ces granites devaient se continuer dans le sous sol au S. du kef Sidi Ali el Hadjel et du kef Sfa, dans la région des mines de fer du Fendek et d'El Hallia (L. JOLEAUD. *C. Ac. Sc.* CLVIII, 1914, p. 283).

par leur très grande pauvreté en calcium¹, ce qui les différencie de la plupart des sources thermales de l'Afrique mineure. Par contre leur teneur en sodium², en magnésium³, même en potassium⁴ est relativement élevée. Or le granite du Filfila, comme l'a montré M. Termier⁵, ne renferme pas de chaux, mais est riche en potassium, sodium et magnésium.

De plus, les eaux d'Hamman Meskoutin rejettent des pisolithes pyriteux⁶, déposent du soufre cristallisé et des sels de fer qui colorent les travertins voisins des sources; elles dégagent, en quantité notable, de l'acide sulfhydrique⁷. Et précisément, au Filfila, les granites sont liés à un gîte de fer, principalement composé de pyrites.

Enfin leurs eaux renferment un peu d'arsenic⁸. Or, au Debar même, existe, en relation avec la faille du revers nord, un gîte de carbonates de zinc et de plomb fortement arsenicaux, associés à de l'adamine (arseniate de zinc). La présence de l'arsenic au Debar n'est, d'ailleurs, pas un fait isolé dans la région. Un peu à l'E. de Guelma, à Ain Achour, existe un gîte important d'arseniate de plomb, dont la gangue est formée d'arseniate de fer. Ces deux localités paraissent d'ailleurs être, avec celle de Karézas, au S.W. de Bône, ou la pyrite de fer contient 40 p. 100 d'arsenic, les seuls gisements arsenicaux qui aient quelque importance en Algérie.

Il faut ajouter que tous les gîtes notables d'antimoine de cette contrée (à l'exception de ceux de l'oued Begra, près de Bône, du djebel Hamimat et du djebel Senza au N. de Canrobert) sont localisés le long de l'anticlinal Kheneg-Debar ou à son voisinage. Tel est le cas des gîtes du Kheneg, de la mechta el Amrisin (au N. de Takouk), du Tefaha, du Hahouner, du Taya, du Debar, de l'oued el Hammam Ouled Ali, du douar Bou Zitoun, de l'Hamman Berda (près d'Héliopolis) et du Nador (fig. 4).

1. Chlorure de calcium, 0,01839; sulfate de calcium, 0,01085; carbonate de calcium, 0,00763; d'après l'analyse de TRIPPEL dans la Notice sur les sources thermales et minérales de l'Algérie, publiée par le Service des Mines.

2. Chlorure de sodium, 0,4156; sulfate de sodium, 0,38086.

3. Chlorure de magnésium, 0,4156; sulfate de magnésium, 0,17653; carbonate de magnésium, 0,25722.

4. Chlorure de potassium, 0,07864.

5. C. Ac. Sc. séance du 10 février 1902.

6. DUPARC. Arch. Sciences phys. et nat. Genève, 1888, p. 537.

7. 8,06 pour 1000 contre 86,1 d'azote, 325,37 d'acide carbonique et 580,57 de vapeur d'eau, d'après l'analyse de MULET dans la Notice sur les sources thermales et minérales de l'Algérie.

8. 0,0015. L'on a reconnu, en outre dans ces eaux la présence du carbonate de strontium (0,04235) et des traces d'oxyde de fer, de fluorures, de phosphate de sodium, etc.

Celui-ci a sa gangue formée d'antimoniate de fer et de nadorite (chloroantimoniate de plomb). Son toit est constitué par des travertins datant du Pliocène ancien. Des remises en mouvement s'y sont, d'ailleurs, sûrement produites au Pliocène récent ou au Postpliocène, comme aussi à Ain Achour ¹.

VI. — HISTOIRE GÉOLOGIQUE DES SOURCES D'HAMMAM MESKOUTIN

Je croirais volontiers que c'est à l'une des ces deux périodes, Pliocène récent, Postpliocène, ou pendant ces deux périodes, que se sont formés les kaolins du Debar. Sous l'influence d'un abaissement du niveau des eaux courantes déterminé par un des grands mouvements négatifs de la Méditerranée quaternaire, les eaux thermales de la région auraient ensuite abandonné le Debar pour sourdre en partie à Roknia, en partie à Hammam Meskoutin.

Dans ces deux localités, elles ont déposé des nappes de travertins, dont la surface dessine encore deux plateformes aux altitudes de 340 mètres pour la plus basse et de 420 mètres pour la plus haute ². L'oued Bou Hamdan, vers Hammam Meskoutin, coule à la cote 270 et l'oued Roknia, vers le douar du même nom, à la cote 250 environ. Les plateformes de travertins dominent donc réciproquement le lit de ces cours d'eau de 70-90 mètres et de 150-170 mètres.

J'ai déjà fait des observations à peu près identiques sur les dépôts des plus importantes sources thermales de la région de Constantine, les sources du Hamma. Là aussi la nappe de travertins dessine deux plateformes situées à 60 et 130 mètres au-dessus du Rummel ³.

A Hammam Meskoutin, comme à Roknia ou au Hamma, les deux plateformes sont séparées par une pente raide d'une trentaine de mètres de hauteur, sur laquelle les eaux thermales ont dû s'écouler en cascade. C'est ce qui se produit, d'ailleurs, encore aujourd'hui à Hammam Meskoutin même, en contre-bas des sources actuelles, entre la plateforme la plus basse et le lit de l'oued. Ces dénivellations ont été évidemment causées par la préexistence de deux terrasses fluviales, qui semblent correspondre aux niveaux de 50 et de 100 mètres (fig. 6).

1. L. JOLEAUD. *C. R. Ac. Sc.*, séance du 22 mars 1909.

2. Indépendamment de ces nappes de travertins, je rappellerai l'existence d'un placage de cette même roche sur les calcaires vraconiens du haut vallon du Chabet Ain Bou Ali, au S.W. d'Hammam Meskoutin entre les cotes 500 et 680 environ.

3. L. JOLEAUD. Thèse, p. 309-310.

Or les terrasses de 100 mètres datent dans nos régions, de la fin du Postpliocène moyen (Sicilien récent, Mindelien) et celles de 50 mètres, du début du Pléistocène ancien (Rissien)¹. Les travertins de Roknia et d'Hammam Meskoutin seraient donc postérieurs à cette dernière période.

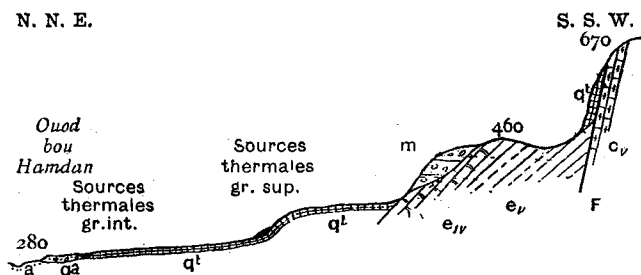


FIG. 6. — COUPE GÉOLOGIQUE DU PLATEAU D'HAMMAM MESKOUTIN.
Longueurs 1/62 000 env. ; hauteurs 1/12 500.

a, Néopliocène (alluvions) ; q^a, Pléistocène ancien (terrasse de 30 m.) ; q^t, Pléistocène (travertins) ; m, Pontien (conglomérats) ; e_{iv}, Éonummulitique (calcaires) ; e_v, Éonummulitique (argiles) ; c_v, Néocomien (calcaires dolomitiques).

C'est ce que confirme une découverte paléontologique que M. Blayac² ne mentionne pas. M. Lydekker³ a, en effet, décrit, il y a quatorze ans, sous le nom de *Cervus algericus*, un fragment de la mâchoire supérieure d'un Cervidé, trouvé dans les travertins d'Hammam Meskoutin à 1 mètre de profondeur. J'ai pu grâce à de nombreux matériaux d'étude, identifier cette espèce avec *Cervus pachygenys* POMEL⁴, dont la mandibule était seule connue avant mes recherches⁵. Or cette dernière espèce caractérise les dépôts du Pléistocène moyen sur le littoral algérien (Bougie, Alger), où elle est presque constamment associée à un outillage franchement moustérien⁶.

Je tiens à remercier ici les personnes qui m'ont facilité mes études dans la région, MM. Lovichi et Regulato, administrateurs de la commune mixte de Jemmapes ; M. Foulquier, sous-ingénieur des Mines à Constantine ; M. Rousselet, pharmacien-chimiste à Bône.

1. L. JOLEAUD. Thèse, p. 302-317 ; *Bull. Soc. linn. Provence*, I, 1913, p. 221-233.

2. Thèse, p. 444.

3. *Proc. zool. Soc.*, 1890, p. 602-604, fig.

4. Caméliens et Cervidés. *Monogr. Paléont. Carte géol. Algérie*, 1893, p. 36 et suiv., pl. VII-VIII.

5. L. JOLEAUD. *B. S. G. F.*, (4), XII, 1912, p. 468-471.

6. L. JOLEAUD. *C. R. Soc. Biol.* ; *Rec. Nét. Mém. Soc. Archéol. Constantine*, 5, V (XLVIII), 1915.

DÉCOUVERTE DU VALANGINIEN A AMMONITES PYRITEUSES
 ET DE L'ALBIEN A ECHINIDES ET OSTRACÉS
 DANS LE MASSIF DU CHETTABA, PRÈS DE CONSTANTINE
 (ALGÉRIE)

PAR L. Joleaud ¹.

Depuis que j'ai fait connaître en détail, dans ma thèse, la succession des assises crétacées des monts de Constantine, j'ai eu l'occasion de découvrir dans le djebel Chettaba, vers l'extrémité S. W. du Zouaoui (djebel Frikia), deux nouveaux horizons fossilifères appartenant à la *série B* des faciès du Crétacé de Constantine. Je rappellerai que cette série correspond au faciès néritique de l'Éo- et du Mésocrétacé, ainsi qu'au faciès bathyal du Néocrétacé et qu'elle est elle-même subordonnée à la *série A*, charriée du Nord au Sud et formée exclusivement de faciès bathyaux ².

L'un des horizons nouveaux est formé de marnes à Ammonites pyriteuses, *Holcostephanus (Astieria) Sayni* KILIAN, *H. (A.) psilostoma* NEUMAYR et UHLIG, *H. (Valanginites) perinflatus* MATHERON.

Il date sûrement du Valanginien, et très probablement de la zone à *Saynoceras verrucosum* du Valanginien supérieur. Il affleure le long de la piste qui conduit de la route nationale d'Alger-Constantine, à l'exploitation minière du Lella, entre la Fontaine Romaine et la Maison de la mine : son épaisseur est d'environ 30 mètres (fig. 1).

L'existence du Valanginien marneux à Ammonites pyriteuses ne me paraît démontrée, jusqu'à ce jour, que dans une seule autre localité de l'Algérie, au djebel Bou Thaleb, au S. de Sétif, où M. Ficheur ³ a indiqué *Duvalia lata*, *Phylloceras Thetys*, *P. Calypso*, *Lissoceras Grasi*, *Nicklesia Ixion*, *Holcostephanus Astieri*, *Hoplites neocomiensis*. Au-dessus de ce niveau vient l'Hauterivien calcaréo-gréseux à *Exogyra Couloni* et le Barrémien calcaire à Réquienies.

1. Note présentée à la séance du 8 juin 1914.

2. L. JOLEAUD. Étude géologique de la chaîne Numidique et des monts de Constantine (Algérie). *Thèse Fac. Sc. Paris*, 1912, p. 97 et suiv.

3. *Bull. Soc. géol. France*, (3), XX, 1893, p. 403-404.

Le Valanginien à Ammonites se retrouve très probablement dans le même situation stratigraphique à Foum Islamen, à l'W. de Batna, où Coquand ¹ signale *Duvalia lata*, *Phylloceras Thetys*, *P. semisulcatum*, *Hoplites neocomiensis*.

Au voisinage du littoral barbaresque, le Valanginien a encore été bien défini des environs de Tunis. En 1901, mon père l'a fait connaître du djebel Bou Kournin, où il est caractérisé par *Duvalia lata*, *Lytoceras quadrisulcatum*, *Holcostephanus Astieri*, *Hoplites neocomiensis*, *H. Roubaudi* ². Depuis lors, Pervinquière ³ l'a décrit du djebel Oust, où il renferme *Duvalia lata*, *Phylloceras semisulcatum*, *Lissoceras Grasi*, *Holcostephanus Astieri*, *Hoplites neocomiensis*, *H. Roubaudi*, *H. asperrimus*.

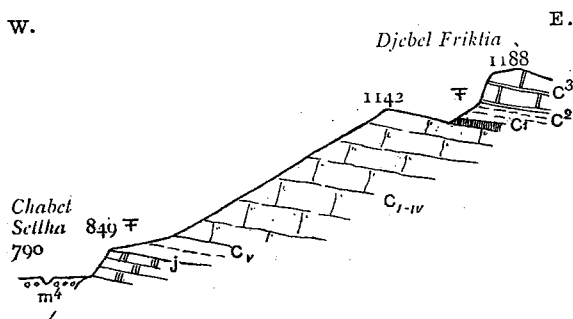


FIG. 1. — COUPE GÉOLOGIQUE DU DJEBEL FRIKITIA.

Long. 1/30 000; haut. 1/15 500.

*m*⁴, Pontien; *c*³, Albien (calcaires lités); *c*², Albien (marnes); *c*¹, Albien (calcaires phosphatés); *c*_{1-IV}, Aptien-Hauterivien (calcaires massifs); *c*_v, Valanginien (marnes); *j*, Tithonique.

Ainsi donc au Valanginien, le géosynclinal s'étendait en dehors du Tell, sur presque toutes les hautes plaines de Numidie, comme le prouve l'existence des marnes à Ammonites du Chettaba, du Bou Thaleb, de Foum Islamen. Mais dès l'Hauterivien, sa limite était reportée bien plus au N.: non seulement les hautes plaines, mais même certaines régions du Tell intérieur étaient alors rattachées à la zone néritique, ce dont témoigne la présence de calcaires à *Exogyra Couloni* à l'Ouest de Guelma. La situation se maintenait sensiblement la même au Barrémien et à l'Aptien. Enfin à l'Albien, le géosynclinal ne comprenait plus dans le Tell intérieur, que la fosse de l'oued Cherf.

A l'Ouest de celle-ci s'élevait un géanticlinal secondaire ou

1. *Mém. Soc. Émul. Provence*, II, 1862, p. 30, 280-281.

2. A. JOLEAUD. *Bull. Soc. géol. France*, 4, I, 1901, p. 141.

3. *Études de Paléontologie tunisienne*, I, Céphalopodes, terrains secondaires, *Carte géol. Tunisie*, 1907, p. 415.

s'édifiait, comme je l'ai montré, une succession continue de calcaires à Rudistes, échelonnée depuis le Barrémien jusqu'au Turo-nien¹. Toutefois il se produisit précisément à l'Albien, une incur-sion de la mer à Échinides et Ostracés des hautes plaines sur le bord S.W. de ce géantoclinal.

Le second, en effet, des nouveaux horizons fossilifères du dje-bel Chettaba est constitué par un ensemble marno-calcaire à Échinides, Ostracés, etc. :

<i>Cidaris</i> sp.	<i>Plicatula</i> cf. <i>radiola</i> LAMK.
<i>Discoidea conica</i> DESOR.	<i>Solarium</i> sp.
<i>Epiaster restrictus</i> GAUTHIER.	<i>Parahoplites</i> cf. <i>Milleti</i> D'ORB.
<i>Rhynchonella</i> sp.	<i>Belemnites semicanaliculatus</i>
<i>Terebratula</i> sp.	BLAINV.
<i>Exogyra</i> cf. <i>aquila</i> BRONGN.	— <i>minimus</i> LISTER.
— cf. <i>macroptera</i> RÖM.	

Cet horizon date sûrement de l'Albien et très probablement de la zone à *Mortonicerias Hugardianum* de l'Albien supérieur.

L'une des espèces qui le caractérisent, *Epiaster restrictus*, a tout d'abord été décrite des calcaires à *Enallaster Tissoti* de Kenchela². Considérés comme aptiens par Coquand³, ces calcaires ont été rapportés à l'Albien inférieur par Peron⁴. Tout dernièrement, Pervinquière⁵ a montré qu'ils devaient être attri-bués au Vraconien, c'est-à-dire à l'Albien supérieur ou au Céno-manien inférieur : le colonel Jullien y a, en effet, trouvé une Ammonite caractéristique de ces niveaux, *Placenticerias Uhligi*.

L'Albien marno-calcaire forme dans le djebel Frikitia les mamelons cotés 1188 et 1153 de la feuille Oued Athmenia et celui coté 1210 de la feuille Constantine ; plus au Nord, il s'étale dans la dépression comprise entre les points cotés 1145, 1066 et 1080, au pied ouest du djebel Zouaoui ; enfin on le retrouve sur le revers est de cette montagne et sur le revers ouest du djebel Karkara, où il s'intercale vers le tiers supérieur de la masse calcaire qui constitue ces reliefs. Au djebel Frikitia, il comprend de haut en bas (fig. 1) :

- 1° Calcaires lités noirs alternant avec des marnes (50 m.).
- 2° Marnes noires très fissiles (30 m.)?
- 3° Calcaires grumeleux jaunâtres, ferrugineux, glauconieux, phosphatés (10 m.).

1. L. JOLBAUD. Thèse, p. 87, 161-162, 189-190.

2. COTTEAU, PERON et GAUTHIER. Échinides fossiles de l'Algérie, fasc. 3, 1876, p. 25.

3. *Mém. Soc. Emul. Provence*, II, 1862, p. 34.

4. *Ann. Sciences géol.*, XIV, 10, art. 4, 1883, p. 69. — V. aussi POMEL, Descrip-tion stratigraphique générale. *Carte géol. Algérie*, 1890, p. 68.

5. *Mém. Soc. géol. France. Paléont.*, XVII, fasc. 2-3, n° 42, 1910, p. 40.

Les calcaires grumeleux renferment de nombreux moules phosphatés d'Ammonites de grande taille, dont les coquilles, probablement charriées, ont complètement disparu par la suite et n'ont laissé que des empreintes indéterminables.

L'épaisseur totale des trois assises diminue très sensiblement au N. E. du Chettaba, dans les djebels Zouaoui et Karkara, où prédominent les couches marno-calcaires; reconnues dès 1899 par M. Ficheur¹, qui les attribuait à l'Aptien, elles y ont fourni, *Epiaster restrictus* GAUTH., *Heteraster subquadratus* GAUTH.².

Au contraire, vers le S.W., dans la colline du Hammam Grouz, l'Albien est bien développé, comme je l'ai indiqué dans ma thèse³.

L'on retrouve encore ce même étage, toujours caractérisé par la présence de phosphates, au Bou Thaleb⁴, où il a présenté diverses espèces d'Ammonites, *Mortoniceras cristatum*, *M. Bouchardi*, *M. inflatum*, *Brancocheras varicosum*⁵. L'existence de phosphates dans l'Albien, qui est un fait presque général dans l'Europe médiane, semble ainsi démontrée maintenant pour de larges surfaces du Tell intérieur et des hautes plaines de la Numidie.

Au Chettaba, comme au Bou Thaleb, les marno-calcaires de l'Albien surmontent une importante masse de calcaires à Réquiéniens et à Orbitolines⁶ (fig. 1) qui comprend depuis l'Aptien jusqu'à l'Hauterivien, avec peut-être aussi l'Albien inférieur et le Valanginien supérieur.

D'autre part, les calcaires à Rudistes qui sont superposés aux marnes de l'Albien dans le Zouaoui et le Karkara, sont évidemment cénomaniens et turoniens, comme je l'ai indiqué dans ma

1. *Bull. Soc. géol. France*, (3), XXVII, 1899, p. 91; *Carte géol. Algérie*, feuille de Constantine, 1901.

2. Le type d'*Heteraster subquadratus* provient du djebel Youssef, à 25 km. au Sud de Sétif (COTTEAU, PERON et GAUTIER. Echinides fossiles de l'Algérie, fasc. 3, 1876, p. 24): cette montagne, attribuée à l'Éocrétacé par la Carte géologique générale, n'a pas fait l'objet d'études récentes; il est probable que le Mésocrétacé y est aussi représenté, comme dans les chaînons des hautes plaines situées plus à l'Est.

3. L. JOLEAUD. Thèse p. 161.

4. PERON. Echinides fossiles de l'Algérie, fasc., 18, et *Ann. Sciences géol.*, XIV, 10, art. 4, 1883, p. 70. — FICHEUR. *Bull. Soc. géol. France*, 3, XX, 1893, p. 406. — SAVORNIN in JACOB et FICHEUR. *Ann. Min.*, 10, VI, 1904.

5. L'on retrouve l'Albien supérieur bien plus à l'Ouest, dans le Maroc méridional, à Imin Tanout, au bord de la plaine de Marakkech, également formé d'argiles et de grès jaunes phosphatés à *Mortoniceras Candolli*, *M. Bouchardi*, etc. (KILLAN et GENTIL, *C. R. Ac. Sc.*, CXLIV, 1907, p. 105).

6. Ces calcaires s'étagent sur 200 mètres de hauteur au Chettaba (djebel Friktia).

thèse, en me basant sur la découverte d'un *Radiolites* dans le djebel Karkara¹.

Ainsi donc l'ensemble des calcaires subrécifaux du Chettaba correspond à la fois à l'Éo- et au Mésocrétacé, comme celui des reliefs du pourtour du djebel Ouach (Kelal-Sala, Oum-Settas-Bou-Rareb). Et il est probable qu'il en est de même du rocher de Constantine-Sidi-Mcid, situé entre le Chettaba et le djebel Ouach : les marnes de l'Albien, très réduites dans le Karkara n'existeraient plus à Constantine même, où les calcaires céno-maniens seraient à leur base en continuité avec ceux de l'Éocrétacé.

Enfin la présence de calcaires dolomitiques au-dessous des marnes valanginiennes du Friktia (fig. 4), nous conduit à attribuer l'extrême base de la série calcaire des environs de Constantine à l'Oolithique supérieur (avec peut-être au sommet déjà du Valanginien inférieur). Au Sud du Chettaba, j'ai retrouvé des calcaires dolomitiques de même faciès, avec assise marneuse vers le sommet, dans le petit rocher que le Rummel contourne après son confluent avec l'oued Seguin.

L'Oolithique n'avait été indiqué avec certitude, dans la Numidie intérieure, que bien plus au Sud, au Bou Thaleb et près de Batna, au djebel Chellala², où il affecte d'ailleurs un caractère bathyal. Il n'en était pas de même aux environs de Constantine, où semblerait, dès cette époque, s'être manifestée l'influence du géanticlinal secondaire mentionné ci-dessus : pétrographiquement les calcaires inférieurs du Chettaba m'ont paru rappeler plutôt les calcaires à *Ellipsactinia* du Ressay et du Zaghouan au Sud-Est de Tunis³.

En résumé, l'ensemble des calcaires récifaux de la série B, dans l'Ouest de la région de Constantine, comprend :

TURONIEN.	Calcaires à <i>Hippurites Taburni</i> du Sidi Mcid, etc.
CÉNOMANIEN.	Calcaires à <i>Caprinula Boissyi</i> et <i>Radiolites</i> du Sidi Mcid, du Karkara, etc.

1. L. JOLEAUD. Thèse, p. 151.

2. Le Jurassique indiqué sur la Carte géologique générale dans les régions d'Afoural, de Fontaine-Chaude, etc., m'a paru formé surtout de calcaires dolomitiques à Orbitolines, qui doivent, en réalité, être rapportés à l'Éocrétacé.

3. Les calcaires à *Ellipsactinia* du Ressay et du Zaghouan paraissent eux aussi jalonner un géanticlinal secondaire, car ils sont entourés au N. (Bou Kournin), à l'W. (Oust) et au S. (Ben Saidan) de calcaires oolithiques à Céphalopodes.

ALBIEN	} SUP. {	Marno-calcaires phosphatés à <i>Epiaster restrictus</i> , <i>Mortoniceras cf. inflatum</i> du Friktia, du Grouz, du Karkara, etc.
APTIEN	} {	Calcaire à <i>Requienia</i> et <i>Orbitolina</i> du Friktia.
BARRÉMIEN		
HAUTERIVIEN		
VALANGINIEN	} SUP. {	Marnes à <i>Holcostephanus Sayni</i> du Friktia.
TITHONIQUE		

Ainsi les récentes découvertes paléontologiques du Chettaba viennent confirmer mon interprétation de la tectonique des environs de Constantine : elles apportent, en effet, de nouveaux témoignages en faveur de l'existence dans cette région de deux séries crétacées, dont l'une chevauche l'autre sous la forme d'une nappe de charriage : l'on ne retrouve pas trace, en effet, entre le Valanginien et l'Albien fossilifères du Chettaba (*série B*), des marnes à Ammonites pyriteuses barrémiennes et aptiennes, si remarquablement développées à quelques kilomètres plus à l'E., dans le djebel Ouach (*série A*) et à leur place se rencontre un puissant massif de calcaires à Réquienies¹.

1. Je tiens à exprimer ici toute ma reconnaissance à M. le professeur Kilian et à M. Sayn, qui ont bien voulu examiner mes Ammonites valanginiennes, ainsi qu'à MM. les ingénieurs Foulquier, Valentin, directeur des mines du Fellen, et à M. Andreoli, propriétaire de la mine du Lella, qui ont été assez aimables pour m'accompagner dans plusieurs courses et m'ont assuré la possibilité de séjourner dans la région.

NOTE SUR LA GÉOLOGIE DE LA PARTIE OCCIDENTALE DU
SYNCLINAL D'URVILLE (CALVADOS) ET SA FERMETURE
SOUS LA FORÊT DE CINGLAIS ET LA COMMUNE DE
BARBERY

PAR **F. Kerforne**¹.

Le synclinal de terrains siluriens connu sous le nom de « synclinal d'Urville », situé à quelque 17 kilomètres au Sud de Caen, a fait l'objet d'études détaillées de la part des géologues, notamment de MM. Renault, Lecornu, Masse, Bigot, Cayeux.

La vallée de la Laize, qui l'a fortement entamé, a fourni les éléments d'une coupe géologique transversale. Mais l'extrémité nord-ouest du synclinal, sous la forêt de Cinglais et la commune de Barbéry, disparaissait sous un épais recouvrement de terrains jurassiques, masquant complètement les terrains anciens. Aussi bien ne pouvait-on faire que des hypothèses sur l'allure dans cette région des terrains anciens et de la couche de minerai de fer qui devait se trouver dans les schistes à Calymènes.

L'étude de cette région présentait un double intérêt scientifique et industriel.

La Société de recherches de la forêt de Cinglais et de la Laize, par les très importants travaux qu'elle a méthodiquement effectués depuis deux ans et que j'ai suivis en qualité de géologue-conseil, a résolu complètement la question.

Plus de 300 m. de tranchées, puits et galeries et 2000 m. de sondages soigneusement carottés sur toute leur hauteur ont recoupé la formation géologique depuis la partie supérieure du Cambrien jusqu'au sommet de l'Ordovicien.

Ces travaux ont démontré que le synclinal d'Urville se ferme au Nord-Ouest suivant une courbe régulière dont le point extrême est à trois kilomètres environ des concessions de Gouvix et de Barbéry. Ils ont permis de tracer le contour périsynclinal de la couche de minerai de fer dont l'allure et la constitution ont été déterminées en dix points différents et à des profondeurs également différentes, allant jusqu'à plus de 600 m.

1. Note présentée à la séance du 18 mai 1914.

L'étude d'ensemble de la région et les renseignements fournis par ces travaux, permettent de fixer définitivement la stratigraphie et la tectonique de cette région et de dresser la carte géologique des assises siluriennes au-dessous du recouvrement jurassique.

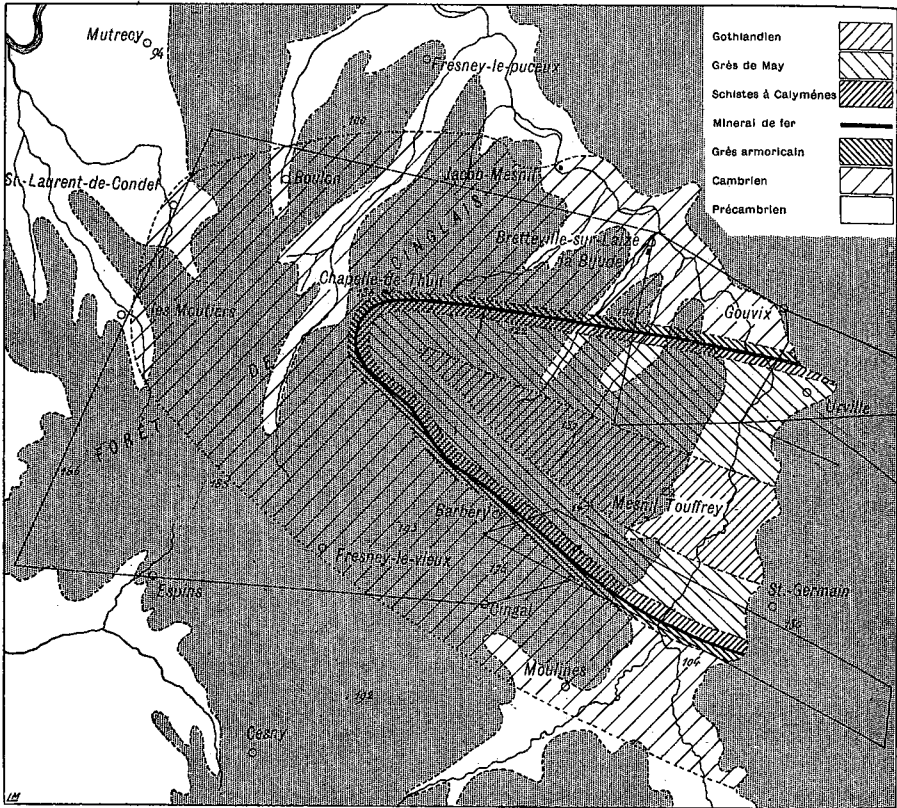


Fig. 1. — CARTE GÉOLOGIQUE DE LA TERMINAISON OCCIDENTALE DU SYNCLINAL D'URVILLE SOUS LES TERRAINS SECONDAIRES (représentés en gris). — 1/100 000.

STRATIGRAPHIE.

Sur le Précambrien reposent, en concordance entre eux, les terrains suivants :

1° CAMBRIEN. Le Cambrien est constitué par une série d'assises qui a fait l'objet d'études particulières de M. Bigot. A la base, ce sont des conglomérats pourprés, bien caractérisés en particulier au Rocreux, au Nord de Bretteville-sur-Laize ; puis viennent

les schistes et marbres bien connus de la vallée de la Laize puis, les grès feldspathiques, surmontés des schistes de Saint-Rémy.

Ces dernières divisions n'ont pas la même puissance sur les deux flancs du synclinal :

Sur le flanc nord, les grès feldspathiques sont plus puissants, bien qu'en s'avancant vers l'Ouest, on constate la présence d'intercalations argilo-micacées et même schisteuses assez abondantes, en particulier du côté de la Chapelle de Thuit et au Sud dans une galerie effectuée à flanc de coteau par la Société de la forêt de Cinglais et de la Laize.

Sur le flanc sud et vers la terminaison occidentale, les schistes de Saint-Rémy prennent une grande importance et ce sont eux qui ont été rencontrés dans tous les travaux placés au mur de l'Ordovicien.

Ces schistes se présentent avec une structure fissile accusée ; ils sont bien lités, lisses, de couleur verdâtre ou gris bleuâtre. Ils ont été reconnus d'une manière particulièrement nette au sondage près de Barbéry, et dans trois sondages effectués sur la branche sud, au voisinage de la terminaison occidentale du synclinal.

2° **ORDOVICIEN**. De bas en haut, on distingue dans l'Ordovicien les niveaux suivants :

a) *Grès armoricains*. — Grès quartziteux, durs, bleuâtres, quelquefois légèrement rubéfiés sous le manteau jurassique. Les grès armoricains ont été reconnus dans deux sondages au Sud de la forêt de Cinglais, un peu avant la terminaison du synclinal. La puissance de ces assises n'est pas considérable et semble ne pas dépasser 20 à 30 mètres.

b) *Schistes à Calymènes au mur de la couche*. — Ce sont des schistes noirs avec intercalations tendres et intercalations grésomiacées, présentant quelques bancs quartziteux noirs et irréguliers, dont quelques-uns contiennent des petits galets. Ils ont été reconnus en divers points, en particulier sur la branche nord, dans un grand sondage de 672 m. 50 de profondeur, où ils ont été traversés et carottés entièrement, dans un puits non loin du château de la Bijude, et sur la branche sud dans quatre sondages. La puissance de ces schistes est de trente mètres environ.

c) *Couche de minerai de fer*. — Minerai carbonaté, noir, oolithique, compact, souvent transformé en hématite rouge, surtout au mur de la couche, et cela jusqu'à une grande profondeur.

C'est ainsi qu'un sondage à proximité de Barbéry l'a recoupé presque entièrement à l'état d'hématite rouge jusqu'à la profondeur de 165 mètres, de même dans le grand sondage précité, à la profondeur de 612 m. 65, se trouvent encore quelques passages minces et irréguliers d'hématite.

La couche forme un contour périclinal régulier et se présente avec un pendage très accusé (70°) sur le flanc nord, et un pendage de 60° sur le flanc sud, dans la commune de Barbéry. Plus à l'Ouest, vers la terminaison du synclinal, le pendage s'atténue pour ne plus être que de 45° au point extrême où a été effectué un sondage qui a démontré ce pendage diminué.

Dans le grand sondage de 672 mètres, une zone minéralisée commence à la profondeur de 507 mètres, pour ne présenter une teneur suffisante qu'à la profondeur de 612 mètres, sur une épaisseur qui ne permet pas d'envisager l'exploitabilité de la couche à cette profondeur.

d) *Schistes à Calymènes au toit de la couche.* — Schistes ardoisiers noirs, bien feuilletés, compacts quand ils ne sont pas très éloignés de la couche de minerai, et plus tendres quand on s'éloigne de celle-ci ; ils sont à son voisinage légèrement siliceux et contiennent des oolithes carbonatées, plus ou moins clairsemées jusqu'à une certaine hauteur. Ils ont été complètement traversés en carottes dans le sondage de 672 mètres. Le long du ruisseau du Val Clair des tranchées les ont suivis depuis le minerai jusqu'au grès de May. Ils ont été recoupés dans six des sondages de la Société de la forêt de Cinglais et de la Laize. Leur puissance est d'environ 140 mètres.

e) *Grès de May.* — Grès quartzeux, de coloration souvent rosée, se présentant soit en gros bancs, soit en plaquettes séparées par des lits argilo-micacés noir bleuâtre en profondeur, souvent rubéfiés en surface. Ils occupent une très grande surface surtout sur le flanc nord du synclinal où des plissements secondaires, dus sans doute à des phénomènes de tassement ont multiplié l'épaisseur suivant laquelle on les rencontre (Urville).

Ils paraissent pouvoir, comme à May¹, se diviser en deux niveaux gréseux, séparés par une vingtaine de mètres de schistes noirs gréso-micacés, à grain plus grossier que les schistes à

1. F. KERFORNE. Note sur l'Ordovicien de May-sur-Orne (Calvados), 1893, *Bull. Soc. sc. et méd. Ouest*, t. II.

Calymènes. Le niveau inférieur est bien moins épais que dans la région de May.

Les grès de May ont été recoupés en trois points de la branche nord.

TECTONIQUE.

Dans la vallée de la Laize où le recouvrement jurassique a disparu et sur la périphérie du synclinal, particulièrement aux environs de Bretteville-sur-Laize, Boulon et les Moutiers en Cinglais, on peut observer les terrains anciens en affleurement.

Pour la description de ces affleurements, on peut s'en rapporter aux études détaillées les plus récentes de M. Cayeux et de M. Bigot qui ont fait l'objet, les premières d'une communication à l'Académie des Sciences [le 14 octobre 1912 et d'un article dans la *Revue de Métallurgie*, de février 1913, et les secondes d'une note présentée à la Société géologique de France le 4 novembre 1912.

MM. Cayeux et Bigot ont voulu passer de l'étude des affleurements en question à l'étude de l'allure du synclinal dans la commune de Barbery et la forêt de Cinglais dans la partie où elle est invisible. Ils ont fait différentes hypothèses.

Le synclinal se ferme-t-il régulièrement ou est-il limité par une faille à l'Ouest ?

Est-il simple ou complexe, composé, comme M. Cayeux tendait à le croire, de deux synclinaux d'inégale importance, séparés par un seuil anticlinal ?

Aujourd'hui, les travaux de recherches de la Société de la forêt de Cinglais et de la Laize, ont permis de résoudre d'une façon complète toutes les parties du problème.

Ils ont démontré en première ligne, la parfaite régularité du contour périsynclinal que dessine la formation ferrifère à la fermeture du bassin et ont fixé le point extrême de cette fermeture.

M. Lecornu figure sur la Carte géologique une faille continuant l'inflexion brusque des poudingues du Rocreux à Saint-Laurent-du-Condé. L'existence de cette faille, admise aussi par M. Bigot, est basée sur ce qu'aucun relief topographique ne marque le passage des poudingues pourprés à l'Est de Moutiers-en-Cinglais sous le revêtement superficiel, et on lui attribue un relèvement du compartiment ouest, amenant la présence d'un lambeau de poudingues pourprés sur la rive gauche de l'Orne, entre Martinbosq et Neumer. Cette faille aurait pu faire partie

d'un système de cassures troublant profondément la régularité des couches.

Sa présence ne me paraît nullement s'imposer et le lambeau cambrien de la rive gauche de l'Orne peut être le témoin de l'existence d'un synclinal abrasé indépendant de celui d'Urville.

En tout cas, qu'elle existe ou non, l'Ordovicien n'est pas affecté.

En second lieu les résultats des travaux ont démontré que les flancs nord et sud du synclinal présentent une certaine dissymétrie qui se manifeste d'un côté dans les pendages, de l'autre par l'étendue superficielle différente occupée par les affleurements du grès de May.

Sur le flanc nord la couche a été suivie sur 2 km. Sur tout ce parcours, elle présente une direction rectiligne, absolument régulière, direction qui peut être encore prolongée de quelques centaines de mètres.

Un sondage placé sur la limite des communes de Boulon et de Saint-Laurent-du-Condé sur son prolongement et qui a rencontré la base des grès de May, indique nettement que la couche passe à 140 m. environ au Nord, et n'a pas encore commencé en ce point son mouvement d'inflexion.

Sur tout ce parcours le pendage des terrains est très fort (au moins 70°) et se maintient jusqu'à la profondeur de 700 m. Le sondage de 672 m. l'a démontré.

Sur le flanc sud la couche a été reconnue depuis le village de Barbery jusqu'à Saint-Hubert. Le pendage est moins accusé que sur le flanc nord. Il se maintient aux environs de 40 à 50° et cela jusqu'au delà de Saint-Hubert. En profondeur il a tendance à augmenter pour atteindre 60° comme on a pu le constater dans le sondage de Barbery qui a rencontré la couche à 150 m. de profondeur, et dans un autre sondage qui n'a pas atteint la couche à la profondeur de 188 mètres.

A la fermeture les terrains anciens accusent un pendage plus faible : 22° dans le Cambrien, sur le bord du ruisseau de Thuit, et 45° constaté dans quatre sondages sur les schistes de Saint-Rémy comme sur les schistes à Calymènes et sur la couche elle-même.

Dans tout ce contour très régulier, un seul plissement de faible importance a été relevé sur le flanc sud, mais dans son allure générale, aucune faille ne vient troubler la région.

A l'inverse de ce qui devrait résulter de cette différence d'inclinaison sur les deux branches du synclinal, l'affleurement du grès de May est beaucoup plus large au Nord qu'au Sud. Cette anomalie s'explique par la présence dans le grès de May de plis-

sements secondaires, bien visibles dans la vallée de la Laize, au Sud d'Urville. M. Cayeux avait conclu à l'existence d'une ride anticlinale médiane, mais dissymétrique, amenant la remontée vers la surface de toutes les assises, y compris la couche de minerai de fer. M. Bigot a interprété cette ride anticlinale d'une façon différente. Il a signalé que le flanc nord est caractérisé par une tendance très nette à se plisser en anticlinaux secondaires, et a remarqué cette tendance non seulement dans les grès de May de la bande d'Urville, mais dans les schistes et marbres de Jacobménil, et dans les grès feldspathiques de Bretteville.

Il note également qu'au voisinage de la vallée de la Laize, la bande de ces terrains s'élargit à l'Est, c'est-à-dire que la disposition anticlinale s'efface et disparaît à l'Ouest. Il en conclut que la bande des grès de May d'Urville doit vraisemblablement en faire autant.

Les travaux de la Société de recherches de la forêt de Cinglais et de la Laize ont démontré que cet anticlinal n'existe pas dans la région de la forêt de Cinglais et de la commune de Barbery. Donc, ou bien l'anticlinal reconnu au Sud d'Urville n'était qu'un anticlinal secondaire, un plissement de tassement n'affectant que les grès de May seuls, ou bien cet anticlinal, s'il existe et affecte les schistes à Calymènes et la formation ferrière, a disparu avant son arrivée au-dessous de la forêt de Cinglais.

Tout porte à croire d'ailleurs que la première interprétation est la vraie, le sondage entrepris à Urville sur les indications de M. Cayeux pour démontrer l'existence de l'axe anticlinal et y découvrir la couche de minerai supposée relevée, ayant rencontré une épaisseur de grès de May beaucoup plus considérable que partout ailleurs.

Les résultats de ce sondage et les pendages raides trouvés régulièrement dans les travaux du flanc nord, montrent qu'il ne s'agit, très probablement, que de plissements secondaires en forme d'S, en quelque sorte superficiels et localisés dans les grès de May, par suite de tassements sur un flanc de synclinal abrupt.

Tels sont les faits qui élucident complètement la structure tectonique du synclinal d'Urville dans sa partie occidentale, et démontrent l'extrême simplicité géologique de cette partie de l'un des bassins siluriens de la basse Normandie. D'autre part les résultats du grand sondage de 672 m. font craindre une limitation assez rapide de l'exploitabilité en profondeur de la couche de minerai de fer qui s'y trouve.

LE LACCOLITE MICROGRANITIQUE DE POUZOL-SERVANT

PAR G. Garde¹.

En 1906, quand j'ai commencé à étudier la région porphyrique du Nord du département du Puy-de-Dôme, j'ai fait remarquer que la grande masse microgranulitique de Pouzol et de Servant, que M. De Launay avait fait connaître et qu'il regardait comme une « vaste nappe de coulée² », constituée une masse intrusive, incluse dans les micaschistes³.

A la suite de récentes explorations, je viens de constater qu'elle forme un laccolite. Je l'appellerai *laccolite de Pouzol-Servant*.

D'autre part, je considère la roche comme un *microgranite*, et c'est sous ce nom que je la désignerai.

SITUATION, FORME, ÉTENDUE. — Le laccolite de Pouzol-Servant est situé dans la feuille de Gannat (n° 157), de part et d'autre de la Sioule qui l'entaille en formant des gorges très pittoresques.

Pour plus de ses trois quarts, par ses parties méridionale et occidentale, il se trouve dans le département du Puy-de-Dôme. Pour le reste, par sa partie nord-est, celle qui est comprise dans l'angle formé par la Sioule et son affluent la Gourdonne, il s'étend dans le département de l'Allier.

Dans sa presque totalité, il appartient au bassin de la Sioule. Par son apophyse sud-est, seulement, dans les environs de Fontbonne et des Graverolles, il est situé dans celui de la Morge.

Ce laccolite affleure largement dans sa partie septentrionale, tandis qu'il est resserré dans sa partie méridionale. De ce dernier côté, cependant, il se termine par deux fortes apophyses qui sont dirigées l'une vers le Sud-Est et l'autre vers l'Ouest.

Cette dissymétrie dans la forme extérieure visible du laccolite est le fait de l'érosion. La partie septentrionale, plus rapprochée de la Sioule, ayant été plus fortement dégagée que la partie méridionale.

1. Note présentée à la séance du 22 juin 1914.

2. L. DE LAUNAY. Notice explicative de la Carte géologique détaillée de la France, feuille de Gannat (n° 157), Baudry, Paris, 1894. — *B. S. G. F.*, (3), XVI, p. 1089, 1888. *B. Serv. Carte géol. Fr.*, t. VI, p. 43 et 44, 1895, etc.

3. G. GARDE. La région porphyrique du Nord du département du Puy-de-Dôme, *B. S. G. F.*, (4), t. VI, p. 477, 1906.

Les deux apophyses qui terminent le laccolite sur son bord méridional, et qui en sont des racines, ne doivent également leur mise à nu qu'à l'action érosive des eaux.

La longueur maxima, Nord-Sud, du laccolite est de 11 km. environ, et sa plus grande largeur visible, Est-Ouest, est d'un peu plus de 6 km. Le laccolite de Pouzol-Servant est donc plus étendu que les laccolites américains¹ que l'on a si bien étudiés et qui sont devenus classiques. Celui du Mont Hillers, dans les Henry Mountains, le plus considérable de ces derniers, ne mesure, en effet, que 6 km. de long sur 5 km. 600 de large.

ALLURE DES MICASCHISTES DANS LESQUELS EST INCLUSE LA MASSE LACCOLITIQUE. — Les feuillets de micaschistes, entre lesquels est inclus le laccolite de Pouzol-Servant, sont nets et réguliers. C'est à peine si l'on pourrait faire une légère restriction pour ceux des environs immédiats du Pont-de-Menat qui, par endroits, et sur de petits espaces sont un peu plissés ou contournés. La direction de leur plongement et la valeur de ce plongement sont très faciles à déterminer et à mesurer. Au clinomètre; à quelques degrés près, j'ai fait plusieurs centaines de ces mesures.

Sur la carte² de ce laccolite (fig. 1), dont j'ai levé les contours, les affleurements des feuillets de micaschistes sont figurés par des traits pleins, et les plongements de ces mêmes feuillets sont indiqués par de petites flèches.

Ainsi que le montre cette carte, c'est par une large boutonnière, grandement ouverte dans les micaschistes, et grossièrement orientée Nord-Sud, qu'affleure la masse laccolitique. Ses racines en sont visibles sur les flancs septentrional et méridional, tandis qu'elles se trouvent en profondeur sur les flancs oriental et occidental.

1° *Sur le bord septentrional et méridional du laccolite, de part et d'autre de celui-ci, les feuillets de micaschistes plongent très régulièrement vers l'intérieur, par dessous le microgranite. Ceux qui partent du Nord se raccordent à ceux qui viennent du Sud pour former un grand synclinal dans le fond duquel est logée la masse microgranitique.*

1. G. K. GILBERT. Report on the Geology of the Henry Mountains. *Un. St. geog. and. geol. Surv. of the Rocky mountain Region*, Washington, 1877; — Whitman Cross. The laccolitic mountain groups of Colorado, Utah and Arizona, *Fourteenth Ann. Report of the Un. St. geolog. Survey*, part. II, Washington, 1892.

2. Cette carte est un extrait schématique d'une carte géologique inédite, à 1/50 000, dressée par moi de la partie occidentale de la feuille de Gannat.

L'axe de ce synclinal, Est-Ouest, un peu plus rapproché du bord méridional que du bord septentrional, est sensiblement jalonné par les villages du Pont-de-Menat, de Bussière et du Dejay.

Sur la bordure septentrionale, les feuillets de micaschistes plongent vers le Sud d'une vingtaine de degrés. Vers Lalizolle, dans les environs de Nades, dans ceux de Montignat, etc., ce plongement est très régulier. Exceptionnellement, dans le voisinage même du laccolite, vers Lachant, Cambray, les Chaillats, les micaschistes plongent vers le Sud-Ouest. Cette dernière direction leur a été imposée par les petites apophyses de microgranite, détachées de la masse principale, qui se sont injectées entre les feuillets de la roche cristallophyllienne, et les ont un peu redressés.

Par contre, sur toute la bordure méridionale, les micaschistes plongent très régulièrement vers le Nord d'une trentaine de degrés environ.

2° *Sur les deux bords oriental et occidental du laccolite, au contraire, les feuillets de micaschiste plongent vers l'extérieur.* Sur ces deux côtés, c'est le microgranite qui s'enfonce en profondeur, en passant sous les micaschistes qu'il relève et redresse.

Le redressement de ces roches cristallophylliennes est plus grand, d'une façon générale, sur le bord occidental que sur le bord oriental, et, de part et d'autre, le redressement diminue quand la distance à la masse laccolitique augmente.

Le sens du plongement des feuillets de micaschistes, sur ces deux flancs du laccolite, est la résultante d'un plongement Nord-Sud ou Sud-Nord (formant synclinal, et dont nous avons déjà parlé) et d'un redressement vers l'Est ou vers l'Ouest (dont nous venons de parler).

C'est pour ces causes que le plongement est, pour la moitié méridionale du laccolite, Nord-Est sur le bord oriental, et Nord-Ouest sur le bord occidental, et qu'il est, pour la moitié septentrionale, Sud-Est sur le bord oriental et Sud-Ouest sur le bord occidental.

On s'explique de la même façon pourquoi dans la zone axiale du synclinal le plongement a lieu vers l'Est sur un côté et vers l'Ouest sur l'autre.

Si, dans la région de Servant, le plongement est Nord-Est au Nord de cette localité et Est-Ouest au Sud, au lieu d'être Sud-Ouest, cette singularité résulte d'un bombement de la masse microgranitique en cet endroit.

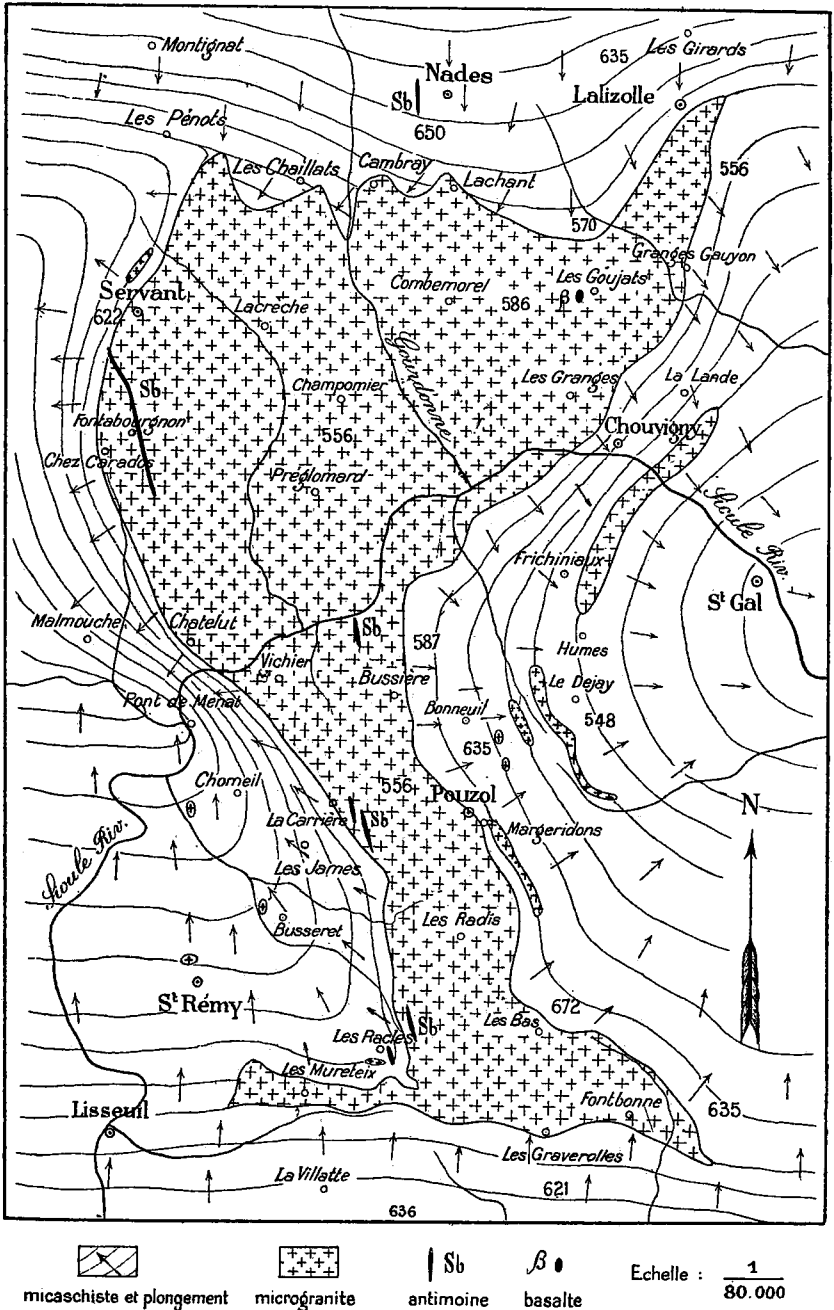


FIG. 1. — CARTE GÉOLOGIQUE DU LACCOLITE MICROGRANITIQUE DE POUZOL-SERVANT.

PUISSANCE ET DIMENSIONS DE LA MASSE LACCOLITIQUE. — Grâce à cette allure très nette et très régulière des feuillets de micaschistes qui

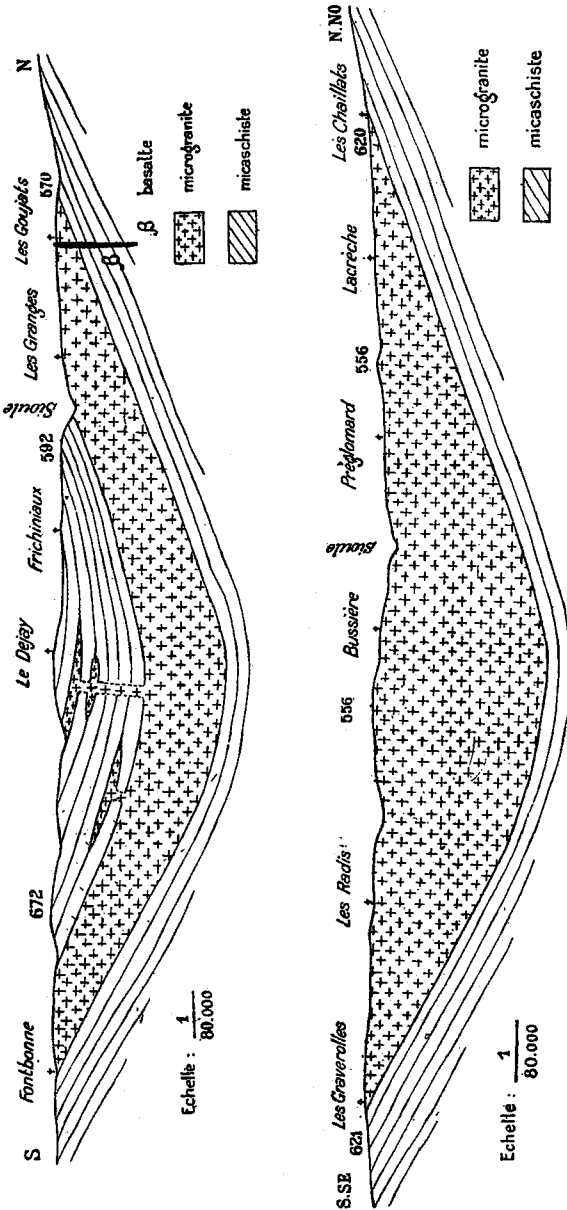


Fig. 2 et 3. — COUPES A. TRAVERS LE LACCOLITE DE POUZOL-SERVANT.

supportent et recouvrent le laccolite microgranitique de Pouzol-Servant, il est facile de déterminer, avec une assez grande approxi-

mation, la puissance et les dimensions de la masse laccolitique.

Par les deux coupes sensiblement nord-sud (fig. 2 et 3) faites à travers ce laccolite, on peut évaluer entre 1 800 et 2 000 m. son épaisseur maxima. C'est à peu près la puissance que possèdent certains des laccolites américains dont nous avons déjà parlé.

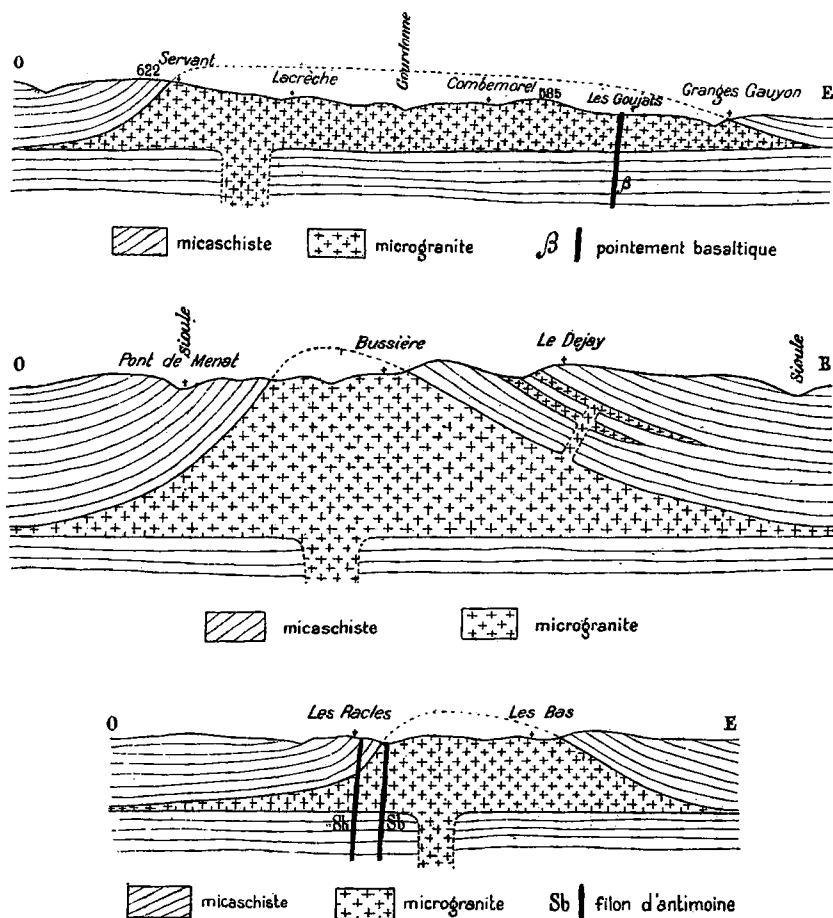


FIG. 4, 5 et 6. — COUPES A TRAVERS LE LACCOLITE DE POUZOL-SERVANT,

Les trois coupes Est-Ouest (fig. 4, 5 et 6) à travers ce même laccolite — et dont les hauteurs ont été déduites des deux coupes précédentes — permettent d'en déterminer, en profondeur, les limites approximatives sur les bords oriental et occidental.

On constate ainsi que le laccolite de Pouzol-Servant formait

un grand ovale ayant eu — avant que l'érosion l'ait un peu réduite sur ses deux bords septentrional et méridional — de 11 à 12 km. de longueur, Nord-Sud, et mesurant 7 à 8 km. de largeur maxima, Est-Ouest.

FILONS-COUCHES. — Plusieurs filons-couches, interstratifiés entre les feuilletés de micaschiste, et un certain nombre de petits affleurements de la même roche, accompagnent la masse laccolitique sur ses bords oriental et occidental et sont évidemment en relation, en profondeur, avec cette dernière.

Les filons-couches sont principalement localisés sur la bordure orientale, tandis que les affleurements se trouvent aussi bien d'un côté que de l'autre.

Le plus important de ces filons-couches est celui de Chouvi-gny (fig. 7) qui s'étend de part et d'autre de la vallée de la Sioule sur près de 3 km. de longueur.

Deux autres filons-couches (fig. 1 et 5), également très nets, et dont l'un a près d'un kilomètre et demi de longueur, affluent à l'Ouest du village du Dejay.

L'arête rocheuse, supportant une statue de la Vierge, qui se dresse au Sud-Est de Pouzol (fig. 8), fait partie d'un autre filon-couche qui a plus d'un kilomètre de long.

Un seul petit filon-couche est à signaler sur le bord occidental du laccolite, au Nord-Ouest de Servant.

MISE EN PLACE DE LA MASSE LACCOLITIQUE. SON AGE. — Sur l'âge de la mise en place du laccolite, sur l'âge de la formation du synclinal dans le fond duquel est logée la masse microgranitique, sur les âges relatifs du laccolite et du synclinal, je ne sais rien, et j'ignore si les études que je poursuis sur la région me permettront de résoudre ces multiples questions.

Néanmoins, le laccolite et le synclinal doivent être très anciens, si l'on en juge par la puissance des assises de micaschistes que l'érosion a dû désagréger et entraîner pour mettre à nu les racines du laccolite sur ses bords septentrional et méridional.

ÉTUDE DU MICROGRANITE. — Le microgranite de Pouzol-Servant est constitué par des phénocristaux de quartz, de feldspath et de mica noir, et par une pâte quartzo-feldspathique. Il correspond donc au type ordinaire de cette roche microgrenue.

Sur la périphérie de la masse laccolitique, dans la zone de contact avec les micaschistes encaissants, le microgranite se

trouve presque exclusivement réduit à sa pâte et devient, en outre, un peu schisteux.

FILONS DE MINÉRAI D'ANTIMOINE TRAVERSANT LA MASSE LACCOLITIQUE. — Plusieurs filons de minéral d'antimoine (stibine) aurifère, à gangue quartzreuse, et tous sensiblement orientés Nord-Sud, existent dans la région que nous étudions. Les uns se trouvent dans les micaschistes, les autres à travers les microgranites.

Des premiers, dont le plus important est celui de Nades que l'on a essayé d'exploiter à plusieurs reprises et que l'on exploite actuellement, je ne dirai rien.

Sur les autres, ceux qui traversent la masse microgranitique, je donnerai quelques renseignements uniquement d'ordre géologique.

Parmi ces derniers, on connaissait depuis quelque temps le filon des Racles, qu'on avait tenté d'exploiter, et tout récemment on vient d'en découvrir plusieurs autres, à Fontabourgnon, sur la rive droite de la Sioule, et à côté de la Carrière.

Le filon des Racles (fig. 6) se trouve à 500 m. environ à l'Est du village, près du ruisseau. Il est constitué par un complexe de veines de quartz antimonieux qui sont anastomosées dans la roche microgranitique¹.

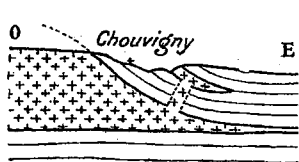


FIG. 7. — FILON-COUCHE DE CHOUVIGNY.

FIG. 8. — FILON-COUCHE DE POUZOL.

Le filon de Fontabourgnon (fig. 9), au Sud de Servant, également à gangue quartzreuse, se trouve en entier dans les microgranites. Il affleure tout près du bord oriental du chemin qui conduit de Fontabourgnon aux Cros et il se poursuit sur plus d'un kilomètre et demi de longueur. Il est sensiblement orienté Nord-Sud, avec légère inflexion vers l'Ouest, dans sa partie septentrionale.

Des fouilles, d'une dizaine de mètres de profondeur, ont montré que ce filon a de 10 à 20 cm. de puissance, qu'il est simple par

1. Signalons en passant que dans le village même des Racles (fig. 6), à côté des dernières maisons, au Sud, sur le bord du chemin, il existe, en plein micaschiste un autre filon d'antimoine.

endroits et double dans d'autres, et qu'il est presque vertical, avec une petite inclinaison vers l'Est.

Le filon qui a été découvert sur la rive gauche de la Sioule, au Nord de Bussière, et ceux qu'on a trouvés dans les environs de la Carrière, au Nord-Ouest de Pouzol, se trouvent dans les mêmes conditions de gisement.

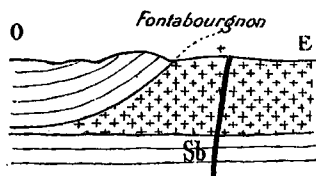


FIG. 9.
FILON D'ANTIMOINE DE FONTABOURGNON

L'existence de ces filons au milieu des microgranites prouve que les venues antimonieuses de cette région sont postérieures à la mise en place des microgranites et qu'elles n'ont aucune relation

d'origine avec ces dernières roches.

POINTEMENT DE BASALTE PERÇANT LE MICROGRANITE. — Un petit pointement basaltique, n'ayant pas encore été signalé, et s'étant fait jour à travers la masse microgranitique, existe à l'Ouest des Goujats (fig. 4), à côté de la maison Dayras, à moins d'une cinquantaine de mètres au Nord de la route qui traverse le village.

C'est un basalte compact, avec phénocristaux d'olivine, dont la presque totalité de la masse est constituée par de petits cristaux d'olivine et d'augite, par d'abondants microlites de labrador, et par de nombreux petits grains de magnétite.

RÉSUMÉ. — En résumé, le laccolite microgranitique de Pouzol-Servant occupe le fond d'un grand synclinal Est-Ouest, formé dans les micaschistes, et il affleure entre les feuillets de la roche cristallophyllienne, relevés de part et d'autre, à l'Est et à l'Ouest, par une large boutonnière grossièrement orientée Nord-Sud.

Les racines du laccolite ont été mises à nu par l'érosion sur ses flancs septentrional et méridional, tandis qu'elles se trouvent en profondeur sur ses bords oriental et occidental.

Le masse laccolitique possède la forme d'une grande ovale ayant de 11 à 12 km. de long sur 7 à 8 km. de large. Sa puissance peut être évaluée de 1 800 à 2 000 mètres.

Plusieurs filons-couches accompagnent cette masse microgranitique, principalement sur le bord oriental.

Des filons de minerai d'antimoine (stibine) aurifère coupent la masse laccolitique en plusieurs endroits, et un pointement de basalte la perce près du village des Goujats.

Quant à l'âge de la venue microgranitique et de la formation du synclinal dans lequel est logée cette masse laccolitique, rien ne permet encore de le fixer, même approximativement.

CONSIDÉRATIONS SUR L'ORIGINE DES GNEISS

PAR **Stanislas Meunier**¹.

Dans la dernière séance, M. Henri Douvillé, après avoir exposé sa manière de voir quant à l'origine des gneiss, a véritablement invité chacun de nous à exprimer son avis personnel sur cette intéressante question. Il n'a même pas caché une sorte de déception de ne pas provoquer entre nous un échange d'idées.

Pour mon compte je dois avouer que si je n'ai pas demandé immédiatement la parole, c'est que j'ai été retenu par la crainte, étant pris à l'improviste, de ne pas arriver d'inspiration et sans un moment de réflexion, à condenser comme il convient le résumé de mon opinion.

Ce n'était d'ailleurs pas la première fois que M. Douvillé abordait le problème des roches initiales et déjà, au mois de juillet dernier, il avait résumé un système sur les *premières époques géologiques*² dont sa plus récente communication est comme un écho. J'ai le regret de comprendre les choses d'une façon radicalement différente de la sienne.

Tout d'abord, un point évident pour moi, c'est que le gneiss n'est pas, à beaucoup près, la plus ancienne des roches et qu'avant l'établissement sur le globe des conditions nécessaires à son élaboration, il a régné pendant des durées considérables, un état de choses tout différent.

Acceptant comme base la théorie cosmogénique de Laplace et pénétré de la notion d'unité du système planétaire, je considère l'observation du Soleil comme fournissant des renseignements décisifs sur une phase de l'évolution sidérale qui correspond au moment précis et infiniment remarquable où l'état solide se manifeste pour la première fois sur un astre jusque-là entièrement gazeux.

L'étude de la photosphère y montre une zone relativement très mince de matériaux solides, s'accumulant par suite de la solidification brusque de vapeurs, qui, malgré la haute température du milieu, se comportent quelque peu comme la vapeur d'eau lorsqu'elle se concrète sous la forme de givre. Il y a tou-

1. Note présentée à la séance du 23 novembre 1914.

2. *CR. Ac. Sc.*, CLIX, p. 221, 20 juillet 1914.

tefois à remarquer qu'à la surface du Soleil il intervient des réactions chimiques, sans doute fort compliquées, entre des vapeurs complexes, qui collaborent à la constitution de la poussière cristalline déposée.

La nature de ce *givre solaire* est loin de nous être complètement inconnue, grâce au secours de l'analyse spectrale ; grâce aussi à l'examen des météorites, qui représentent les restes de désagrégation de corps célestes de la famille de la Terre ; grâce enfin à des expériences synthétiques qui ont fourni, par l'étude d'une espèce de photosphère artificielle soumise à une solidification subite, des produits très analogues à ceux de la nature.

J'ajouterai que nous avons même des preuves de l'existence des roches dont il s'agit dans les profondeurs de la croûte terrestre : car elles en ont parfois été arrachées et charriées jusqu'à la portée de nos études par les phénomènes éruptifs comme à Ovipak (Groënland), (enclaves de dolérites à fer natif) ou dans maintes localités du Plateau central (enclaves de dunité, de péridote, etc.), et dans bien d'autres localités.

La conclusion de ces différents genres de considérations, c'est que les éléments les plus anciennement solidifiés de la croûte terrestre, consistent surtout en silicates magnésiens (péridots et pyroxènes) et en alliages métalliques de fer et de nickel.

Et, pour résumer la caractéristique de cette première étape de l'évolution lithogénique, on pourrait dire qu'elle a été le règne de la magnésie et du fer métallique ; celui-ci ayant été dérivé par décomposition de la vapeur de ses composés volatils, comme les chlorures, les fluorures, etc., nous n'avons pas à faire intervenir la considération irréfléchie de la densité du métal supposé libre et solide, pour lui assigner un gisement central dans le globe.

Cette période de production essentiellement *givreuse* paraît du reste devoir être subdivisée en deux parties, distinguées l'une de l'autre par l'oxygène absent de la première et présent dans l'autre. Tout d'abord il a dû se faire des siliciures et des composés connexes ; mais, plus tard, les gaz atmosphériques intervenant, il y a eu constitution de silicates et de divers autres produits oxydés. C'est le premier de ces deux stades qui paraît en cours de réalisation actuelle dans le Soleil, car le spectre de notre astre central ne présente pas d'oxygène. Mais les météorites proviennent d'un milieu où déjà l'action oxydante s'est développée en partie. Il en est de même des roches initiales terrestres, dolérites à fer natif et dunité, etc. Pour fixer les idées on peut rattacher l'origine du premier groupe à un mécanisme comparable à celui des expériences de Péligré sur la réduction du métal et spécialement du

fer par l'hydrogène agissant sur ses composés volatils. L'origine du deuxième groupe se rattache au dispositif de Gay-Lussac qui donne du péridot par l'action de la vapeur d'eau sur du siliciure de magnésium ou sur le mélange de ses constituants : vapeur de chlorure de silicium et vapeur de magnésium métallique¹.

Il peut continuer à se constituer des produits du premier genre à la face interne de l'écorce solide du globe, région dans laquelle l'oxygène doit faire complètement défaut.

Quoi qu'il en soit, une autre étape a succédé à la période magnésienne : elle se signale par le rôle chimique principal attribué à l'alumine, à la chaux et aux alcalis.

Quand à la silice, nous ne nous arrêtons pas à ce véritable protée de la minéralogie, qui sous des formes indéfiniment variées, se manifeste dans les conditions et dans les associations les plus diverses.

Le passage de la condition magnésienne à la condition alumineuse, à laquelle se rattache directement l'origine du gneiss, a nécessairement exigé d'insensibles transitions, c'est-à-dire un laps de temps prodigieux.

Celui-ci a été occupé par l'épaississement de la croûte initiale soumise à la fois à un double accroissement : par sa face inférieure grâce aux progrès centripètes du refroidissement, amenant la condensation successive des vapeurs internes ; par sa face supérieure, en conséquence des premières contributions atmosphériques.

C'est donc très progressivement que la croûte initiale est arrivée à constituer un écran infranchissable aux radiations lumineuses émanant des profondeurs et un modérateur de plus en plus efficace des radiations calorifiques qui les accompagnaient.

Aussi, la température s'abaissant peu à peu dans l'immense atmosphère superposée, les matériaux les moins volatils se sont-ils déposés les uns à la suite des autres, réagissant entre eux, de façon à donner lieu à des produits variant suivant les points à cause de l'hétérogénéité de la matière nébuleuse et de la diversité locale des conditions.

Cette fois, un facteur, déjà mis peut-être à contribution comme oxydant lors de l'élaboration des silicates magnésiens ainsi qu'en témoigne la part qu'il a prise dans les synthèses expérimentales des pyroxènes photosphériques, va intervenir avec une allure toute spéciale.

1. STANISLAS MEUNIER. *Mémoires présentés par divers savants étrangers à l'Académie des Sciences de l'Institut national de France*, t. XXVII, n° 5, août 1880, Paris.

C'est l'eau, se révélant comme agent minéralisateur, c'est-à-dire comme apte, à imprimer à des substances amorphes, cette cristallinité si essentiellement caractéristique des éléments des roches.

La production des gneiss se rattache intimement à son entrée en scène.

On vient de voir que la coque magnésienne, formée par les minéraux de condensation brusque de vapeurs réagissant les uns sur les autres, a séparé la région nucléaire de composition inconnue, de la zone atmosphérique.

Dans cette dernière, se sont développées des réactions d'un genre tout spécial qui nous ont été enseignées par Sénarmont et qui, étudiées à sa suite par une série d'expérimentateurs, ont jeté le jour le plus imprévu sur les généralités de la Lithogénie.

Dans ce domaine, les géologues avaient commencé par faire fausse route et c'est de leurs méprises que sont résultées les opinions inexactes dont beaucoup sont encore en faveur, quand au mode de formation des roches.

L'idée première qu'on s'est faite à cet égard a été, comme d'instinct, de voir dans les roches des produits de fusion sèche : de fusion pareille à celle que nous réalisons dans nos creusets.

On se rappelle l'intérêt qui s'est attaché à la découverte par Mitscherlich de cristaux de fayalite, identiques de forme aux péridots naturels, dans les laitiers des fours métallurgiques. Daubrée a consacré beaucoup d'années, — j'en sais quelque chose, — à tenter par fusion, la synthèse des météorites et il s'est contenté, faute de mieux, d'en imiter les produits de fusion, ce qui est loin d'être la même chose. Fouqué et Michel-Lévy ont voulu étudier par la fusion sèche, l'origine des roches volcaniques et tout le monde sait avec quel empressement ont été acceptées toutes leurs conclusions.

L'observation microscopique suffit cependant pour démontrer l'inexactitude absolue de l'hypothèse de la fusion sèche pour expliquer l'origine des roches cristallines. Elle révèle le fait essentiel de la *cataclase* intime des éléments minéralogiques. La substance a été broyée *en même temps qu'elle se solidifiait* et, d'une façon continue, pendant tout le temps de son élaboration : on ne retrouve qu'exceptionnellement des cristaux un peu volumineux qui soient restés entiers, et même on ne retrouve guère, dans le champ du microscope, deux fragments qui pourraient se raccorder par leurs contours. La matière conjonctive de ces débris (elle-même détritique) est d'ordinaire et malgré son grain très fin, aussi cristallisée que ces minéraux eux-mêmes et elle

témoigne ainsi de l'uniformité des conditions générales qui ont régné pendant toute la durée du phénomène. Dans cette matière conjonctive, et à l'état plus ou moins épars, apparaissent des termes minéralogiques appartenant franchement à la série fuma-roltienne, comme l'oligiste, et à la série filonienne, comme la fluorine et la pyrite. Ces matériaux actuellement mélangés dans une roche définie, sont nécessairement d'âges très différents et d'origines chimiques très diverses, fréquemment épigéniques de substances maintenant disparues. L'idée de chercher à imiter même de très loin, de semblables associations par le procédé rudimentaire et presque enfantin de la fusion dans un creuset, apparaît aujourd'hui comme le résultat d'une irréflexion absolue.

Or, Sénarmont nous enseigne que la nature a opéré tout autrement et par conséquent que les résultats expérimentaux dont il s'agit n'ont pas de portée géologique. C'est comme la reproduction si remarquable, minéralogiquement et chimiquement, des spinelles par Ebelmen au moyen de la volatilisation des solutions mélangées de l'alumine et de la magnésie dans l'acide borique fondu. C'est encore comme la reproduction de l'orthose par Hautefeuille, à l'aide d'un bain fondu de tungstate de soude où il avait incorporé les éléments chimiques du silicate double. C'est comme une infinité d'autres « synthèses » qu'il serait facile de rappeler.

On ne peut tirer de ces beaux travaux si instructifs à d'autres égards, que des notions fausses au point de vue géologique.

Avec l'eau suréchauffée, comme il disait, Sénarmont, au contraire, nous procure une féconde moisson de découvertes définitives. Il nous montre que les minéraux des roches cristallines peuvent être engendrés à des températures beaucoup plus basses qu'on ne se l'imaginait, et cela grâce à la faculté minéralisatrice de la vapeur d'eau. Il nous fait voir que ce merveilleux agent est efficace pour faire cristalliser des minéraux, à la constitution desquels il ne prend pas part. Et c'est ainsi que le cristal de roche en prismes bipyramidés, identiques à ceux de la nature se fabriquent à 350 degrés dans un simple tube de verre qui ne manifeste aucune tendance à la fusion. Tous les compagnons du quartz dans les roches cristallines peuvent être obtenus par le même procédé ainsi que les éléments constitutifs des filons métallifères, gangues et minerais.

L'argile ordinaire, exposée au même réactif dans les mêmes conditions et perdant son eau de façon à devenir complètement anhydre dans ce milieu aqueux, passe à l'état d'un mélange de silicates alumineux de la famille de ceux qui constituent les ardoises.

La conséquence, — étant donnée la constitution générale du globe, — c'est que la nature ne nous offre nulle part de produits de la fusion sèche, pas même dans les volcans où la matière prépondérante comme volume est la vapeur d'eau, accompagnée d'ailleurs, le plus souvent, sinon toujours, d'autres vapeurs collaboratrices.

En particulier, dans les masses résultant des précipitations de l'atmosphère primitive, les conditions des expériences de Sénarmont étaient entièrement réalisées. D'un autre côté, dans les profondeurs de la croûte solide de la terre, ces mêmes conditions n'ont pas cessé un moment d'exister et d'influencer les phénomènes, même à l'époque actuelle.

A mesure qu'un sédiment s'éloigne du moment de son dépôt, il est progressivement recouvert par des épaisseurs de plus en plus grandes d'assises plus récentes. Il est donc soumis à une température et à une pression de plus en plus accentuées : il subit les effets qui en résultent et se transforme peu à peu dans sa structure, comme dans sa composition minéralogique.

C'est ce qu'on appelle le *métamorphisme général* ou *sédimentaire* : sa cause déterminante étant l'empilement pur et simple des sédiments successifs.

Ses produits varient évidemment avec l'intensité des influences thermométriques et piézométriques ; mais ils changent aussi d'après la composition des sédiments et d'après celle des fluides minéralisateurs, eau et autres, qui imprègnent le sol et y circulent sans arrêt.

Parmi les plus remarquables, parce qu'ils sont les plus complets, se signalent les types de roches de la famille granitique, avec les gneiss, les micaschistes, les talcschistes et, comme suite naturelle, les phyllades à chialitolithe, à staurotide, à sillimanite, etc.

On le constate spécialement bien, là où des gneiss sont normalement associés à des roches d'origine visiblement sédimentaire, mais dont la transformation métamorphique ne pouvait pas donner de gneiss : comme les marbres cipolins du Canada, de la Bohême, des Pyrénées, avec ou sans traces du problématique *Eozoon* ; comme les graphites de Carlat près Aurillac, qui représentent des lits charbonneux d'abord subordonnés aux dépôts d'argiles, qui sont devenues des micaschistes, des granites et d'autres roches feldspathiques, etc.

Si les gneiss occupent, en général, la région inférieure de l'échelle stratigraphique, c'est qu'il faut un laps de temps considérable pour que la transformation métamorphique soit parve

nue au stade que caractérisent ces roches. De même, s'ils sont spécialement fréquents dans les synclinaux, c'est que (*ceteris paribus* bien entendu) la profondeur y étant plus grande, la pression et l'échauffement y ont été plus énergiques.

Mais en profondeur, de nouvelles assises parviennent continuellement au degré efficace : il se fait, à la minute actuelle, des gneiss qui ne seront étudiables qu'après leur retour à la surface par les exhaussements orogéniques du sol.

En attendant, nous connaissons, — comme étape intermédiaire entre l'état argileux initial des sédiments et la forme holocristalline des roches granitoïdes qui en dérivent, — les schistes, qui encore pourvus de fossiles déterminables, ont déjà acquis des cristaux parfois volumineux de silicates d'alumine. Le célèbre gisement de Sainte-Brigitte en Morbihan, déjà signalé en 1838 par Puillon-Boblaye et que tout le monde connaît, mérite une mention spéciale à cause de la coexistence et du contact initial de grands prismes de chiastolithe et de tests déterminables de *Calymene*, de *Dalmanites*, de *Trinucleus* et d'autres Trilobites siluriens.

L'observation célèbre de Sismonda fait voir que les délais ont été suffisants pour que les argiles houillères dans lesquelles ont été enfouis les vestiges végétaux dont Adolphe Brongniart a fait *Equisetum Sismondæ*, se soient transformées en ce gneiss qui constitue maintenant le bloc recueilli en Valteline et qui figure au musée de Turin.

Une époque viendra où (si l'espèce humaine persiste encore) les géologues reconnaîtront à la surface du sol, des gneiss, des micaschistes et des talcschistes, que leurs fossiles dateront comme secondaires et tertiaires, et qui témoigneront de la continuité des phénomènes métamorphiques.

L'histoire de ces phénomènes ne serait d'ailleurs pas complète si, à la considération chimique de ces transformations, nous n'y mentionnions pas encore une fois le point de vue dynamique.

Rappelons donc que le noyau terrestre se contractant sans relâche, par la seule cause de son refroidissement spontané, des compressions horizontales sont engendrées sans cesse dans la croûte solide et y déterminent des cassures de tous les ordres, depuis les géoclases orogéniques, jusqu'aux fendillements microscopiques des cristaux fragmentaires qui constituent les roches anciennes.

C'est la cataclase, décrite plus haut, à laquelle les roches n'échappent que d'une manière tout à fait exceptionnelle et nécessairement provisoire et dont une forme est la schistosité qui

résulte de la discipline à laquelle les pressions ont été quelquefois soumises. En somme la croûte terrestre se révèle à nous, comme jouissant d'une mobilité, ou *fausse plasticité*, qui lui permet de se comporter comme le ferait une pâte.

Il va sans dire que les roches gneissiques ne sauraient représenter l'étape définitive de l'évolution des sédiments. Non seulement elles sont soumises à la surface, à d'innombrables actions érosives qui les ramènent aux états d'argile et de sables, mais, même en profondeur, elles sont exposées à des transformations intenses. L'une des plus fréquentes résulte de leur recouvrement souterrain à la suite des refoulements orogéniques, par des masses venant de plus bas et qui, étant plus chaudes (et toujours en conséquence des résultats de Sénarmont), peuvent les convertir en *magmas foisonnants*, tout disposés à alimenter des éruptions volcaniques.

Je m'arrêterai sur cette dernière remarque qui permet d'entrevoir comment se continuera jusqu'à l'épuisement de la force vive du globe terrestre, la palingénésie des roches.

LES BRYOZOAIRES FOSSILES DES TERRAINS DU SUD-OUEST DE LA FRANCE

PAR **F. Canu** ¹.

PLANCHES XIV-XV.

VIII. RUPÉLIEN ² DE GAAS.

Les Bryozoaires de Gaas ont jadis été étudiés par Reuss ³. Je me suis procuré une quinzaine de kilogrammes d'argile. Après lavage jusqu'à épuisement j'ai obtenu une intéressante petite faunule. Malheureusement je n'ai pas retrouvé toutes les espèces de l'auteur autrichien ⁴.

Les argiles de Gaas ont longtemps été considérées comme appartenant au Latdorfien (= Sannoisien). Elles furent ainsi classées en 1900 lors du Congrès international par M. le professeur Fallot. Dans son *Traité de Géologie*, M. le professeur Haug les classe dans le Rupélien (= Stampien). Les affinités de la petite faunule spéciale que j'ai recueillie sont plutôt avec Latdorf. Mais en réalité, on ne peut établir de si petites différences avec les Bryozoaires qui n'indiquent qu'une seule faune tongrienne à peu près caractéristique.

SCRUPOCELLARIA ELLIPTICA REUSS, 1847.

1869. *Scrupocellaria elliptica* REUSS : « Gaas ». *Loc. cit.*, p. 21.

1891. *Scrupocellaria elliptica* WATERS : North-Italian Bryozoa. *Quarterly Journal of the Geological Society*, vol. 47, p. 6, pl. 1, fig. 16-17. (Bibliographie.)

Cette espèce est considérée par plusieurs auteurs comme l'actuelle *Scrupocellaria scruposa* LINNÉ, 1768.

1. Note présentée à la séance du 7 décembre 1914.

2. Voir *B.S.G.F.*, (4), VI, 1906, p. 382 ; (4), VIII, 1908, p. 382 ; (4), IX, 1909, p. 442 ; (4) X, 1910, p. 840 ; (4), XI, 1911, p. 444 ; (4), XII, 1912, p. 623, (4), XIII, 1913, p. 298.

3. Reuss. Zur fossilen Fauna der Oligocänschichten von Gaas. *Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissensch.*, Wien, LIX, I, p. 446-479, pl. I, III, IV, v, 1869.

4. Ces espèces ne seront figurées que si elles sont retrouvées par de nouveaux collecteurs régionaux.

Localité. — Gaas (Reuss).

Distribution géologique. — Priabonien du Vicentin (Reuss, Waters). Rupélien du Vicentin (Waters). Tortonien de l'Autriche-Hongrie (Reuss).

SCRUPOCELLARIA GRACILIS REUSS, 1869.

1869. *Scrupocellaria gracilis* REUSS : « Gaas ». *Loc. cit.*, p. 21.

1891. *Scrupocellaria gracilis* WATERS : North-Italian Bryozoa. *Quarterly Journal of the Geological Society*, vol. 47, p. 6, pl. I, fig. 12, 13. (Bibliographie.)

Localité. — Gaas (Reuss).

Distribution géologique. — Priabonien du Vicentin (Reuss, Waters).

SCRUPOCELLARIA APPENDICULATA REUSS, 1869.

Pl. XIV, fig. 9, 10.

1867. *Scrupocellaria appendiculata* REUSS : « Gaas ». *Loc. cit.*, p. 21, pl. III, fig. 3.

Localité. — Gaas (Reuss).

FARCIMIA HIANIS REUSS, 1869.

Pl. XIV, fig. 5.

1869. *Vincularia hians* REUSS : « Gaas ». *Loc. cit.*, p. 32, pl. III, fig. 5.

1906. *Farcimia hians* F. CANU : « Sud-Ouest ». *B.S.G.F.*, (4), VI, p. 512, pl. XII, fig. 9.

Localités. — Gaas (Reuss). Aquitanien de la Saubotte.

GEMELLARIA PRIMA REUSS, 1866.

1866. *Gemellaria prima* REUSS : Die Foraminiferen, Anthozoen, und Bryozoen des deutschen Septarienthones. *Denkschriften der k. Akademie der Wissenschaften*, XXV, p. 54, pl. VII, fig. 6, 7.

1859. *Gemellaria prima* REUSS : « Gaas ». *Loc. cit.*, p. 23.

Localité. — Gaas (Reuss).

Distribution géologique. — Rupélien (= Stampien) d'Allemagne (Reuss).

ONYCHOCELLA ANGULOSA REUSS, 1847.

1869. *Membranipora angulosa* REUSS : « Gaas ». *Loc. cit.*, p. 25.
 1891. *Onychocella angulosa* WATERS : North-Italian Bryozoa. *Quarterly Journal of the Geological Society*, vol. 47, p. 9 (nec syn.).
 1909. *Onychocella angulosa* F. CANU : « Sud-Ouest ». *B.S.G.F.*, (4), IX, p. 445, pl. xv, fig. 6.
 1910. *Onychocella angulosa* F. CANU : « Sud-Ouest ». *B.S.G.F.*, (4), X, p. 844 (Bibliographie régionale).

J'ai retrouvé cette espèce à Gaas. Elle est d'ailleurs assez commune dans tous les terrains tertiaires de l'Europe. Il convient de corriger comme ci-dessous les indications de localités et de distribution géologique que j'ai précédemment données en 1909 et en 1910.

Localités. — Rupélien (= Stampien) de Gaas. Lutécien de Bruges (Gironde) et de Biarritz (Basses-Pyrénées). Stampien de Sarcignan-Madeire.

Distribution géologique. — Partout, depuis le Lutécien. Dans l'Éocène supérieur : Priabonien du Vicentin (Reuss, Waters), de Wola Lu' zanska, en Galicie (Pergens) et de Koloswar, en Transylvanie (Pergens). Lattorfien d'Oberburg en Styrie (Reuss).

DIPLODIDYMIA COMPLICATA REUSS, 1869.

Pl. XIV, fig. 11, 12.

1869. *Diplodidymia complicata* REUSS : « Gaas ». *Loc. cit.*, p. 23, pl. III, fig. 6, 9.
 1887. *Micropora ratonensis* WATERS : Bryozoa from New South Wales. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, (5), xx, p. 185, pl. iv, fig. 7.
 1891. *Micropora articulata* WATERS : North-Italian Bryozoa. *Quarterly Journal of the Geological Society*, vol. 47, p. 14, pl. II, fig. 5, 6.
 1913. *Diplodidymia complicata* WATERS : The Marine Fauna (Bryozoa) of British East Africa and Zanzibar. *Proceedings of the Zoological Society of London*, p. 490, pl. LXVII, fig. 11, 15, and texte fig. 7, 9.

Je n'ai pas malheureusement retrouvé cette espèce à Gaas. Nous n'avons donc pas la preuve certaine que l'espèce actuelle, si bien étudiée par Waters, soit réellement l'espèce de Reuss.

En 1907, dans les *Annales de Paléontologie* (p. 38) j'ai décrit quatre espèces du même genre trouvées dans le Bassin parisien et j'ai donné l'historique du genre *Diplodidymia*. Depuis, M. Waters a eu la bonne fortune de trouver une espèce vivante et l'étude sérieuse qu'il en a faite nous fait connaître l'organisation d'une forme qui, longtemps, a paru être exclusivement fossile.

Le zoarium est articulé et radicellé. Le long pore latéral est une opésiule servant au passage des muscles qui s'attachent à l'ectocyste par un épaississement ou sclérite. Il n'y a pas d'ovicelle externe car les œufs et les embryons se développent dans un sac attaché à la région operculaire. Entre les zoécies est un avicellaire (mal figuré par Reuss) à mandibule triangulaire et orné d'une ponctuation radicellaire.

Localité. — Gaas (Reuss).

Distribution géologique. — Priabonien de Montecchio.

Habitat. — Singapour, Nouvelle-Guinée (7 brasses). Zanzibar (3 brasses) (*vide* Waters).

STEGANOPORELLA ELEGANS MILNE EDWARDS, 1838.

1869. *Flustrellaria impressa* REUSS : « Gaas ». *Loc. cit.*, p. 26, pl. IV, fig. 2, pl. V, fig. 6.

1909. *Micropora elegans* F. CANU : « Sud-Ouest ». *B.S.G.F.*, (4), IX, p. 448, pl. XVI, fig. 18.

Cette espèce est commune dans les terrains oligocènes et miocènes des bassins girondin et tourangeau. J'ai eu récemment l'occasion de l'étudier en détail et je suis convaincu que ce n'est pas un *Micropora*. Dans ce dernier genre, le cryptocyste est simplement perforé par deux opésiules symétriques destinées au passage des muscles spéciaux attachés à l'ectocyste. Dans le genre *Steganoporella* ces mêmes opésicules existent bien ; mais, de plus, l'animal ne peut sortir ses tentacules que par un tube oblique, le *tube polypidien* dont la convexité se voit nettement entre les deux opésicules. Une légère usure superficielle permet d'ailleurs de contrôler l'existence de ce tube. Les zoécies sont dimorphes. Dans la nomenclature d'Harmer les petites sont désignées par la lettre A et les autres par la lettre B. Les deux opésiules ne sont pas très symétriques. En effet les fibres rétracteurs du polypide sont insérées dans un des angles inférieurs de la zoécie¹ ; le polypide et son tube sont ainsi obliques et une des opésicules est ainsi plus grande que l'autre. Dans le genre *Micropora* ces mêmes fibres sont insérées juste au milieu de la partie inférieure de la zoécie ce qui assure une symétrie plus parfaite de l'ensemble.

Localités. — Gaas (Reuss), Aquitanien de la Saubotte, Burdigalien de Leognan (Le Coq.), de St-Médard L. F. (coll. Duver-

1. Le genre *Onychocella* présente aussi ce caractère.

gier), Aquitanien supérieur de St-Avit (Landes), de Mérignac (Baour) et de Leognan (Le Thil) dans la collection Bial de Bellerade. Aquitanien supérieur de Pontic, dans la collection Duvergier.

RHAGASOSTOMA SPINIFERA CANU, 1914.

Pl. XV, fig. 7.

Cette espèce est pourvue d'un tube polypidien vertical visible dans les sections longitudinales. Les deux échancrures latérales sont des opésiules servant au passage des muscles pariétaux et des muscles operculaires. La frontale est un cryptocyste granulé. L'ovicelle est très curieux : c'est une sorte de petite chambre séparée de la zoécie par une cloison calcaire. L'opercule ferme à la fois cet ovicelle et la zoécie ; il est obligé de s'abaisser pour laisser sortir les larves. Je ne m'explique pas l'usage des deux fentes latérales qui ornent les ovicelles. Entre les zoécies il y a de délicats reticulocellaires. Devant l'opésie, il y a 4 à 6 grosses épines.

Localités. — Gaas, Stampien de Sarcignan Madeire (coll. Bial de Bellerade). Aquitanien supérieur de Leognan (Le Thil) (coll. Bial de Bellerade).

Distribution géologique. — Helvétien de Touraine (coll. Canu).

TUBUCELLARIA BIPARTITA REUSS, 1869.

Pl. XIV, fig. 6.

1869. *Cellaria bipartita* REUSS: « Gaas ». *Loc. cit.*, p. 22, pl. III, fig. 4.

1908. Non *Tubucellaria bipartita* CANU: « Paris ». *Ann. de Paléontologie*, t. III, p. 73, pl. IX, fig. 7, 8.

Je n'ai pas encore trouvé à Gaas l'espèce même découverte par Reuss. Les caractères de celles-ci sont donc encore incertains. Cependant M. Bial de Bellerade m'a envoyé un lot de Tubucellaires, provenant de l'Aquitanien supérieur de Léognan (Le Thil), et dans lequel il y a quelques spécimens qui se rapportent absolument à la figure des Reuss. Il y a d'ailleurs quelques changements à faire dans la synonymie de cette espèce, dont la cause primordiale remonte aux hésitations mêmes de l'auteur autrichien dans le classement des *Tubucellaria*.

En 1908, j'avais cru devoir suivre Reuss dans toutes ses synonymies anciennes et admettre l'identité de l'espèce parisienne

avec celle de Gaas. Maintenant que j'ai relu plus attentivement le texte allemand et que j'ai entre les mains des spécimens d'une autre espèce girondine je crois qu'il faut admettre :

1° L'espèce parisienne à laquelle nous donnons le nom de *Tubucellaria fragilis* MICHELIN figurée dans l'Iconographie zoophytologique.

Péristomice D = 0,12

Zoécie { Lz = 0,88-0,85
lz = 0,29-0,32

2° *Tubucellaria punctata* CANU, espèce aquitaniaenne dont je donnerai plus tard une meilleure figure.

3° *Tubucellaria cereoides* ELLIS SOLANDER, espèce actuelle, débutant dans l'Helvétien et dont les dimensions micrométriques sont :

Péristomice = 0,18

Péristome = 0,30-0,32

Longueur de la péristomie = 0,40.

Zoécie { Lz = 1,1-1,2
lz = 0,50-0,60

4° *Tubucellaria bipartita* REUSS, espèce de Gaas et de Léognan un peu plus petite que la précédente.

Péristomice = 0,12

Peristome = 0,20

Longueur de la péristomie = 0,40.

Zoécie { Lz = 1,00-1,10
lz = 0,40

Reuss avait remarqué que son espèce était très voisine de la précédente et l'appelait *Cellaria Michelini*¹ var. *bipartita*. En réalité il y a d'abord une différence micrométrique et aussi une différence dans les génésies. J'en donnerai plus tard une photographie. L'inconstance de la longueur et de l'aspect de la péristomie striée est une cause des difficultés de la détermination dans ce genre remarquable.

Localités. — Gaas (Reuss). Rupélien (= Stampien) de Sarcignan-Madeire et Aquitainien supérieur de Léognan (Le Thil) dans la collection Bial de Bellerade.

LOBOPORA CINGULATA REUSS, 1869.

Pl. XIV, fig. 7, 8.

1869. *Eschara cingulata* REUSS : « Gaas », *Loc. cit.*, p. 30, pl. iv, fig. 6.

? 1862. *Eschara coccinophora* pars, STOLICKZA : Oligocène Bryozoen von Latdorf in Bernburg. *Sitzungsberichte des k. Akademie der Wissenschaften*, XLV, Bd. 1, p. 89, pl. III, fig. 2 (non 1).

1. C'est ainsi qu'il appelait le *Tubucellaria cereoides* ELLIS et SOLANDER.

La figure de Reuss est incomplète. Sur un même zoarium on trouve des zoécies avec un avicellaire médian et des zoécies avec un avicellaire latéral (fig. 8). Les génésies sont plus larges avec une apertura transverse. L'ascopore (= micropore) est clos à l'intérieur par une fragile lamelle très finement perforée.

En 1902, Levinsen créa le genre *Lobopora* pour les Adéonées pourvues d'un area concave à pores étoilés et d'un avicellaire médian ; le type est *Eschara distoma*. En 1904, j'ai créé le genre *Poricella* pour les Adéonées pourvues du même area, mais dépourvues d'avicellaire entre l'area et l'apertura ; le type est *Poricella maçonica* CANU. En 1909, Levinsen réunit les deux genres en un seul : *Adeonellopsis* MAC GILLIVRAY dont la caractéristique est d'avoir des ascopores étoilés.

Je pense qu'il est très commode de maintenir les deux genres primitifs, car l'avicellaire, quand il existe, est très constant en forme et en position.

Cette espèce est nettement distincte de *Eschara coscinophora* REUSS par ses dimensions plus petites et son aera cribriforme plus petit et plus inconstant.

ADEONELLA ORNATISSIMA STOLICZKA, 1862.

Pl. XV, fig. 1, 2, 3.

1862. *Eschara ornatissima* STOLICZKA : Oligocäne Bryozoen von Latdorf in Bernburg. *Sitzungsberichte der k. Akademie des Wissenschaften*, XLV, Bd. 1, p. 86, pl. II, fig. 7.

1864. *Eschara tetrastoma* REUSS: Ueber Anthozoen und Bryozoen des Mainzer Tertiärbeckens. *Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften*, L, Bd. 1, p. 9, pl. II, fig. 9.

1869. *Eschara subquadrangularis* REUSS : « Gaas ». *Loc. cit.*, p. 31, pl. IV, fig. 7, pl. v, fig. 1.

L'apertura des plus jeunes zoécies porte inférieurement une petite rimule. Les zoécies adultes ont une apertura munie d'un spiramen (pore péristomique) et d'un très petit avicellaire. Le spiramen est formé par les deux lèvres du peristomice qui se rejoignent au-dessus de la lyrule de l'apertura : celle-ci persiste à l'intérieur et l'opercule devait être analogue à celui de *Schizoporella*. Les génésies, un peu plus larges, sont ornées de deux petits avicellaires oraux. La forme extérieure des zoécies est très variable.

Les Adéonées pourvues d'un spiramen sont classées dans le

genre *Adeonella* par Levinsen. Je crois que pour la présente espèce et l'*Eschara syringopora* REUSS, on pourrait créer un genre nouveau.

Localité. — J'ai trouvé de très nombreux spécimens à Gaas.

Distribution géologique. — Latdorlien (= Sannoisien) d'Allemagne (Stoliczka). Rupélien (= Stampien) du bassin de Mayence (Reuss).

Genre *Metrarabdotos* n. g.

Apertura pyriforme. Peristomice portant un pseudo-lyrulé dans sa rimule. Frontale formée d'un pleurocyste intimement soudé à l'olocyste sous-jacent. Ovicelle, très grand, endo zoéciale de même nature que la frontale. Génotype : *Eschara monilifera* MILNE-EDWARDS 1838.

Le type du nouveau genre, *Eschara monilifera* est considérée comme une Adéonée par Waters. Je n'y peux souscrire. Les pores latéraux de la frontale perforent cette dernière et ne sont pas interzoéciaux comme dans toutes les Adéonées. Les grandes zoécies ne sont pas des génésies, elles portent de vrais ovicelles endozoéciaux absolument analogues à ceux de la famille des Hippopodinidées. La vie de cet ovicelle est subordonnée rigoureusement à celle de la zoécie. Si cette dernière porte des costules interorigelliennes l'ovicelle en porte aussi ; si la zoécie porte des pores frontaux, l'ovicelle en est aussi décoré. Ce phénomène peut se voir sur un même spécimen, notamment sur *Eschara heteromorpha* REUSS.

Je ne puis dire dans quelle famille, nous pouvons ranger ce genre. Les affinités sont avec les Hippopodinidées, mais la forme de l'apertura est différente. C'est un genre purement fossile.

METRARABDOTOS HETEROMORPHUM REUSS, 1869.

Pl. XIV, fig. 1, 2, 3, 4.

1869. *Eschara heteromorpha* REUSS : « Gaas ». *Loc. cit.*, p. 29, pl. v, fig. 2, 3, 3.

Retournant les spécimens pour étudier l'intérieur des zoécies, nous pouvons faire des observations utiles. La bouche (apertura) porte un anter semi-elliptique et un poster formé d'une large rimule séparés par deux condyles saillants et creusés chacun d'une petite cavité. Ces condyles existent sur beaucoup d'espèces, même actuelles, mais les zoologistes ne nous ont pas encore ren-

seignés sur leurs relations avec l'opercule. Quand il n'est pas altéré par la fossilisation, l'olocyste est perforé de très petits pores correspondant aux pores frontaux. Les zoécies ovicellées ont une grande apertura transverse. La décoration de l'ovicelle est assez variable et n'est pas constante comme sur *E. monilifera* : elle est toujours identique à celle de la frontale. L'avicellaire frontale est simple et ne porte ni denticules, ni pivot pour la mandibule

Localités. — Gaas et Lesbarritz.

SCHIZOPORELLA ? SINUOSA REUSS, 1869.

Pl. XV, fig. 6.

1869. *Eschara sinuosa* REUSS : « Gaas ». *Loc. cit.*, p. 29, pl. IV, fig. 5.

Localité. — Gaas (Reuss).

HIPPOPORINA ? SANDBERGERI REUSS, 1869.

Pl. XV, fig. 4, 5.

1869. *Hemieschara Sandbergeri* REUSS : « Gaas », p. 27, pl. IV, fig. 3.

Localité. — Gaas (Reuss).

FILISPARSA VARIANS REUSS, 1847.

1862. *Filisparsa tenella* STOLICKZA. Oligocène Bryozoen von Latdorf in Bernburg. *Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften*, XLV, 1, p. 80, pl. I, fig. 5.

1869. *Filisparsa varians* REUSS : « Gaas ». *Loc. cit.*, p. 34.

1908. *Filisparsa varians* F. CANU : « Sud-Ouest ». *B. S. G. F.*, (4), VIII, p. 384.

1999. *Filisparsa varians* F. CANU : Bryozoaires des terrains tertiaires des environs de Paris. *Annales de Paléontologie*, IV, p. 115, pl. XIX, fig. 6, 7, 8. (Bibliographie.)

Localité. — Gaas (Reuss). Lutécien de Gibret près Montfort. Rupélien (= Stampien de Sarcignan-Madeire, coll. Bial de Bel-lerade).

Distribution géologique. — Lutécien du Bassin de Paris et de Bavière. Priabonien du Vicentin (Reuss, Waters), de Transylvanie (Pergens). Burdigalien du Gard (coll. Canu). Helvétien du Gard (coll. Canu) et d'Italie (Seguenza). Tortonien d'Italie (Seguenza), d'Autriche-Hongrie (Reuss), de Russie (Pergens).

Plaisancien d'Italie (Seguenza). Astien d'Italie (Seguenza). Sicilien d'Italie (Neviani). Quaternaire d'Italie (Neviani).

Habitat. — Méditerranée (Waters).

LICHENOPORA HISPIDA FLEMING, 1828.

Pl. XV, fig. 8.

1862. *Domopora prolifera* (REUSS) STOLICZKA. Oligocène Bryozoen von Latdorf in Bernburg. *Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften*, XLV, 1, p. 82.
1869. *Defrancia interrupta* REUSS : Bryozoen von Crosaro. *Denkschriften der k. Akademie der Wissenschaften*, XXIX, p. 258, pl. xxxiv, fig. 12.
1892. *Lichenopora hispida* WATERS : North Italian Bryozoa. Cyclostomata. *Quarterly Journal of the Geological Society*, XLVIII, p. 161.

L'exemplaire que j'ai trouvé à Gaas est assez voisin du *Defrancia interrupta* REUSS que Waters identifie à l'actuel *Lichenopora hispida*.

Localité. — Gaas.

Distribution géologique. — Priabonien du Vicentin (Reuss, Waters). Latdorfien d'Allemagne (Stoliczka). Tortonien d'Autriche-Hongrie (Reuss). Plaisancien d'Angleterre (Busk). Pliocène d'Italie (Seguenza, Neviani). Miocène d'Australie et de Nouvelle-Zélande (Waters).

Habitat. — Partout dans les mers européennes. Elle vit encore sur les côtes du Golfe de Gascogne où Fisher la signale¹ sur les Huîtres draguées au large.

ESPÈCES DOUTEUSES

Lepralia pachycera REUSS : « Gaas ». *Loc. cit.*, p. 26, pl. vi, fig. 1. Espèce très curieuse mais incomplète comme figuration.

Eschara tenuicaudata REUSS : « Gass ». *Loc. cit.*, p. 28, pl. iv, fig. 4. Intérieur d'un Eschare.

Membranipora favosa REUSS : « Gaas ». *Loc. cit.*, p. 25, pl. v, fig. 5. Ce n'est peut-être pas un Bryozoaire.

1. D. P. FISHER. Bryozoaires marins du département de la Gironde. *Actes de la Société linnéenne de Bordeaux*, 1870, XXVII, p. 10.

LE GISEMENT FOSSILIFÈRE ALBIEN DE LA MIVOIE,
PRÈS SAINT-SATUR (CHER)

PAR **Paul Combes** ¹.

La première mention de ce gisement est due à Ebray, qui le décrit en ces termes ² :

« Les grès verts et les sables verts s'observent avec les caractères signalés à Cosne, aux environs de la tuilerie de la Mivoie, les fossiles sont généralement des Gastéropodes et des Acéphales. Les Céphalopodes sont beaucoup plus rares qu'à Cosne ; c'est tout au plus si l'on rencontre quelques exemplaires d'*Amm. fissi-costatus* ».

En 1883, M. F. Lefort y signale ³ les fossiles suivants :

<i>Scalaria gaultina</i> D'ORB.	<i>Helcion conica</i> D'ORB.
<i>Turritella Vibrayeana</i> D'ORB.	<i>Panopea acutisulcata</i> D'ORB.
<i>Avellana lacryma</i> D'ORB.	<i>Corbula neverisensis</i> DE LORIOI.
<i>Natica cassissiana</i> D'ORB.	<i>Thetis minor</i> Sow., très com-
<i>Pleurotomaria cassissiana</i> D'ORB.	mune.

M. Lefort, en 1894, décrit et figure ⁴ deux espèces nouvelles des grès verts de la Mivoie :

<i>Ammonites (Hoplites) Nolletianus</i> LEFORT.	<i>Mytilus Sancti-Saturis</i> LEFORT.
---	---------------------------------------

Enfin, M. J. Lambert a signalé ⁵, dans l'Albien de Sancerre à *Ammonites Dupini*, les Echinides suivants :

<i>Discoides conicus</i> DESOR, variété <i>sancerrensis</i> .	<i>Holaster altus</i> AGASSIZ.
	— <i>Perezii</i> (?) SISMONDA.
<i>Catopygus cylindricus</i> DESOR.	<i>Hemiaster</i> ou <i>Epiaster</i> sp.

1. Note présentée à la séance du 21 décembre 1914.

2. TH. EBRAÏ. Études géologiques sur le département de la Nièvre. Paris, Baillière, 1858, p. 203.

3. F. LEFORT. Observations géologiques sur les failles du département de la Nièvre. Nevers, Mazon, 1883, p. 14.

4. LEFORT. Quelques fossiles inédits des couches sédimentaires du Nivernais. *Revue scient. du Bourbonnais et du Centre de la France*, n° 73, janvier 1894, pp. 11-18, 2 planches.

5. J. LAMBERT. Note sur quelques Echinides recueillis dans l'étage albien de Sancerre (Cher), par M. Curet. *Bull. Soc. Sc. Yonne*, 1912 (*Sc. nat.*), pp. 81 et suiv.

Sur les conseils de M. Cossmann, j'ai utilisé une partie de la subvention qui m'a été accordée par la Société géologique de France à rechercher, dans la région de Cosne, un gisement fossilifère albien comparable à celui des Brocs, qui a procuré jadis à Ebray les fossiles décrits par P. de Loriol, en 1882¹.

Ce gisement, je l'ai trouvé à la Mivoie, sous la forme de grès verts littéralement pétris de fossiles, affleurant de chaque côté du passage à niveau du chemin de fer de Cosne à Bourges.

MM. le docteur Nollet, l'abbé Joseph Dasse et moi y avons récolté une faunule splendide, merveilleuse pour le Gault de France, qui n'a jamais été étudié que d'après des moules, de rares contre-empreintes, ou du test incomplet, comme, par exemple, à Beugnon et à Pargny (Yonne).

Voici une première liste des fossiles de la Mivoie que M. Cossmann a bien voulu déterminer :

<i>Panopæa plicata</i> D'ORB.	<i>Mytilus albensis</i> D'ORB.
<i>Tencredia</i> ?	<i>Nucula</i> sp.
<i>Barbatia</i> !	<i>Corbula neverisensis</i> DE LOR.
<i>Cucullæa glabra</i> SOW.	<i>Dimorphosoma Mileti</i> D'ORB.
<i>Inoceramus concentricus</i> PARK.	<i>Spinigera Dupiniana</i> D'ORB.
<i>Trigonia arcuata</i> EBRAY.	<i>Oxysteles neverisensis</i> DE LOR.
<i>Venus</i> ?	<i>Natica cosnensis</i> DE LOR.
<i>Liopistha gigantea</i> SOW.	<i>Tornatella Ebrayi</i> DE LOR.
<i>Unicardium Ebrayi</i> DE LOR.	<i>Pterodonta</i> sp. nov.
<i>Linearia cosnensis</i> DE LOR.	<i>Turritella</i> cf. <i>Vibrayeana</i> D'ORB.
<i>Gervilia cosnensis</i> DE LOR.	<i>Exogyra</i> sp.
<i>Anomia</i> cf. <i>lævigata</i> SOW.	

Les grès renferment en outre, en abondance : *Thetis minor* Sow., des fragments de Dentales et de rares dents de Poissons.

Immédiatement au Nord du passage à niveau de la Mivoie s'ouvre, à droite du chemin, une carrière, dite du Crot-Boucan, qui montre la superposition suivante :

1. Terre végétale	0 ^m 40
2. Glaise verte à cailloux roulés de quartz laiteux.....	0 45
3. Glaise jaunâtre litée à nombreux galets de quartz laiteux.	0 40
4. Alternance de filonnets de sable et de marne blanche passant à la base au sable pur.....	0 50
5. Sable blanc, à stratification entrecroisée, très micacé, visible sur.....	2 50

1. P. DE LORIOI. Étude sur la faune des couches du Gault de Cosne (Nièvre). *Mém. Soc. pal. suisse*, t. IX, 1882, 182 pp., 13 planches.

Au contact des couches 3 et 4, on peut recueillir quelques fossiles peu déterminables : Polypiers, *Arca*, *Trigonia*, *Lucina*, *Pecten*. Il s'agit évidemment du niveau phosphaté dans lequel de Loriol et M. A. de Grossouvre¹ ont trouvé un mélange d'espèces d'Ammonites.

Les sables (5) ne sont autres que les sables de Puisaye reposant par l'intermédiaire d'un cordon de nodules de fer carbonaté sur les argiles de Myennes, invisibles à la Mivoie.

Les grès fossilifères qui font l'objet de cette note sont intercalés entre les argiles de Myennes et le sommet du Barrémien.

1. A. DE GROSSOUVRE. Étude sur les gisements de phosphate de chaux du Centre de la France. *Annales des Mines*, t. VII, 1885, pp. 361-429 et *B. S. G. F.*, (3), t. XV, 1886-1887, pp. 447-450.

LÉON PERVINQUIÈRE

NOTICE NÉCROLOGIQUE¹

PAR

Armand Thevenin.

Que de fois, dans ses courses, le géologue n'est-il pas saisi par un sentiment de tristesse, presque d'angoisse, en quittant un paysage violemment éclairé par une radieuse lumière d'été pour pénétrer dans quelque grotte sombre ou dans quelque ravin plein d'ombre. Mais sa tristesse est courte, car dans son esprit tendu vers la recherche, il n'y a pas de place pour le désespoir.

De même, à cette séance annuelle, quel contraste, lorsqu'après l'exposé brillant des titres des lauréats de notre Société, nous entendons évoquer le souvenir d'un confrère dont la mort a, pour toujours, en pleine vigueur, arrêté les travaux !

Mais le tableau de ses efforts inlassables pour saisir cette vérité qui nous fuit, pour comprendre cette nature si merveilleuse, mais si jalouse de ses secrets, nous élève au-dessus de nous-même et, de la tristesse desséchante, bientôt renaît l'espérance féconde. Ceux qui nous ont quittés nous transmettent leur ardeur.

Nul parmi nous n'éprouvait plus intimement ce sentiment de confiance en l'avenir, que Léon Pervinquière dont je voudrais essayer de retracer la vie.

Il nous semblait à tous, il y a peu de mois encore, que si son nom devait être prononcé à une prochaine séance solennelle, ce serait pour annoncer que votre commission des prix voulait, par quelque récompense nouvelle, encourager ses patients travaux sur l'Afrique du Nord, son exploration géologique de la Tunisie poursuivie vers des régions de plus en plus méridionales, de plus en plus difficiles d'accès.

Nous admirions alors sa haute stature, nous aimions sa figure

1. Notice lue à la séance du 4 juin 1914.

à la fois doucement souriante et sérieuse, son abord si simple, tout ce qui, en lui, disait la force, la tranquille obstination au travail, le culte désintéressé du vrai.

En quelques mois, un mal dont sa courageuse ardeur n'a pas voulu sentir la gravité, l'a ravi, en pleine jeunesse, à quarante ans, brisant son corps robuste, arrêtant son admirable élan scientifique, mais n'altérant pas un instant le calme de sa belle âme.

Très jeune il fut séduit par les sciences naturelles et lorsqu'à dix-huit ans il vint à Paris pour suivre les cours de la Sorbonne, il était fermement décidé à consacrer toute sa vie à l'Histoire de la Terre. Tel je connus alors son esprit de bonne heure formé, tel il demeura jusqu'au dernier instant. Il fut un de ces hommes rares dont toute la vie, sans défaillance, n'a vraiment qu'un triple idéal : la simplicité, le devoir, le travail.

Il avait puisé cette haute conception de la vie dans une famille de vieille bourgeoisie où elle se transmettait de génération en génération, comme le plus précieux de tous les héritages.

Plusieurs de ses ancêtres furent des hommes de robe illustres en Poitou et en Vendée. L'un d'eux, André-Antoine-Léon Pervinquier, avocat à Fontenay vers le milieu du XVIII^e siècle, avait épousé Françoise de Lapparent, arrière-grand'tante, je crois, du professeur éminent dont la parole si claire a charmé beaucoup d'entre nous et dont l'enseignement brillant eut, certes, une grande influence sur son jeune cousin.

De ce mariage était né Séverin Pervinquier qui, député aux États généraux à vingt-neuf ans, procureur général syndic de la Vendée de 1791 à 1792, plus tard administrateur du département, plus tard encore membre du Corps législatif et baron de l'Empire, tour à tour arrêté par La Rochejacquelin et emprisonné par le Comité révolutionnaire comme « soupçonné d'incivisme et ne parlant que de suivre les lois », ne cessa de mettre au service de ses concitoyens, dans la région de France la plus troublée par la tourmente révolutionnaire, son esprit calme que rien n'entraînait, sa conscience qui ne transigeait point. C'était l'arrière-grand-père de notre confrère.

Sous de pareils auspices quelle n'aurait pas été la carrière scientifique de Léon Pervinquier, si elle n'avait été si tôt interrompue !

Licencié ès sciences naturelles à vingt ans, il entra au laboratoire de Munier-Chalmas dont il écoutait les savantes leçons et les suggestifs entretiens en même temps qu'il complétait, sous d'autres directions, son instruction de physique et de chimie. Préparateur de géologie à la Sorbonne au bout de peu de temps,

il y devint bientôt chef des travaux pratiques, puis chargé de conférences, et ne cessa d'y faire preuve d'un zèle qui, comme il arrive souvent dans l'enseignement, n'avait d'égal que l'exiguïté de ses appointements. A plusieurs reprises, d'ailleurs, la Faculté avait émis le vœu que cette situation prît fin, qu'une maîtrise de conférences fût créée, et Pervinquière allait, après des années d'espoirs déçus, recevoir enfin le titre dont depuis si longtemps il était digne, quand la maladie priva, pour toujours, de son enseignement les élèves, parmi lesquels il aurait été heureux de recruter bientôt des collaborateurs pour son œuvre en Tunisie.

C'est pour ses élèves qu'il avait publié une adaptation française des ouvrages de M. Rinne sur le *Microscope polarisant* et sur l'*Étude pratique des Roches* dont deux éditions n'ont pas épuisé le succès. C'est en pensant, sans doute, à ces esprits avides de science qu'il rédigeait, avec autant de conscience que d'érudition, pour plus d'une revue, d'intéressantes chroniques scientifiques.

Cette tâche didactique si lourde qu'il paraissait impossible de la confier longtemps à un seul homme, aurait abattu le courage de tout autre que Pervinquière. Elle n'a rempli pourtant qu'une partie de sa courte carrière scientifique.

C'est qu'il trouvait à son foyer le plus doux des réconforts, non seulement le gai babil de l'enfant aimé, non seulement le souriant accueil, la gracieuse raison, de la compagne dévouée, mais la plus admirable union d'âmes qui se puisse concevoir, si parfaite que devant elle toute parole doit se taire.

Auprès de telles sources d'énergie que sont les récompenses scientifiques, les honneurs académiques ? Peu de chose. Mais ce sont néanmoins, sur le chemin que nous gravissons, en chancelant, vers la Vérité que nous n'atteignons pas, de précieux encouragements. Ils n'ont pas manqué à Léon Pervinquière et ont, certes, soutenu son ardeur. Lauréat du prix Viquesnel, ici même, il y a dix ans, il reçut quatre ans plus tard, de l'Académie des sciences, le prix Fontannes de Paléontologie et, en 1913, quelques semaines avant sa mort, de la Société de géographie, la médaille Duveyrier. Vous l'aviez, en 1907, élu vice-président de votre Société.

Collaborateur au Service de la Carte géologique, il fut chargé successivement de la révision des feuilles de Montdidier et de Saintes, qu'il sut mener promptement à bien.

Mais ce qui constitue vraiment l'œuvre scientifique de Pervinquière, c'est l'exploration géologique de la Tunisie centrale

et méridionale, poursuivie, au prix de sa vie sans doute, pendant quinze ans et dont il a fait connaître les principaux résultats dans plus de vingt-cinq notes, un volume de récits de voyage et trois grands mémoires.

C'est, je crois, sur le Conseil de Munier-Chalmas qu'il choisit en 1896 l'étude d'une partie de la Tunisie centrale comme sujet de thèse de doctorat. De 1885 à 1890, Philippe Thomas et Georges Rolland avaient surtout étudié le Sud, le Nord-Est et l'Est de la Régence. Le Mesle qui avait intrépidement, dans de mauvaises conditions, tenté de découvrir le centre, venait de mourir sans avoir pu même faire connaître avec quelques détails ses observations, et la Carte géologique de Tunisie au 800 000^e, éditée par le Service des Mines, n'avait pu être établie qu'en coordonnant des indications préliminaires. Pervinquière entreprit l'étude détaillée de la région centrale et, au cours de quatre missions de 1897 à 1900, passa plus de vingt mois dans ce pays aujourd'hui traversé de chemins de fer et dont l'accès est relativement facile, mais dont l'exploration était alors fort pénible. Il parcourut, avec une ardeur infatigable, généralement accompagné d'un seul Arabe, l'étendue de trois ou quatre départements français, faisant preuve des plus grandes qualités de stratigraphe, recueillant des collections de fossiles considérables, rapportant des milliers d'observations qui lui fournirent les éléments d'une des thèses de géologie les plus importantes qui aient été soutenues depuis quinze ans.

Il faisait connaître en Tunisie le Trias lagunaire, il ne négligeait pas le Lias, le Jurassique moyen ou le Tithonique, mais c'était surtout l'étude du Crétacé et de l'Éocène qui lui fournissait d'intéressants résultats. Il montrait que, dès le Néocomien, on peut reconnaître deux faciès en Tunisie, l'un de mer profonde, vaseux, plus riche en Céphalopodes, l'autre gréseux ou calcaire, riche en Échinides, déposé sous une faible profondeur d'eau, et il poursuivait cette distinction des faciès aux époques plus récentes, mettant bien en évidence l'approfondissement graduel de la région centrale, le relèvement de la région méridionale, à la fin du Crétacé et, comme conséquence, dans le centre, le passage insensible du Crétacé à l'Éocène.

Il montrait la transgression de l'Éocène moyen, la transgression plus accentuée encore du Miocène, jusqu'à ce que la région enfin exondée se plisse de façon intense.

Dans ces plissements, il reconnaissait l'importance des dômes alignés. Frappé de la diversité des terrains en contact avec le Trias, de la fréquence des étirements, il se demandait, posant un

problème que tentera de plus hardis esprits, s'il n'y a pas là une immense lame de charriage ; mais, poussant l'amour du vrai jusqu'au scrupule, s'en tenant aux faits qu'il avait observés lui-même, il ne crut pas pouvoir conclure dans ce sens et considéra la tectonique de la Tunisie comme relativement simple.

Il reconnaît d'ailleurs que les derniers mouvements sont très récents, puisque des poudingues pliocènes sont redressés jusqu'à la verticale. Bientôt, l'occasion s'offre à lui d'étudier sur la côte de Tunisie la preuve des mouvements dont l'homme même a été vraisemblablement le témoin et il publie, en collaboration avec le commandant Flick, une note sur *les plages soulevées de Monastir et de Sfax*.

L'étude préliminaire des fossiles qu'il a recueillis dans le Crétacé lui a montré combien cette faune du Nord de l'Afrique est encore mal connue et, dès que son *Étude géologique de la Tunisie centrale* est publiée, il consacre patiemment, obstinément, sa force de travail à la description minutieuse des fossiles de Tunisie, à ce monument d'érudition consciencieuse, les *Études de Paléontologie tunisienne*, que la mort ne lui a pas permis de terminer, mais dont il a fait paraître la partie essentielle, consacrée aux Mollusques, près de mille pages, accompagnées de cinquante planches.

Grâce à lui, dans l'avenir, les ingénieurs pourront déterminer sans peine l'âge relatif des terrains, si important à connaître dans cette région qui contient les gisements de phosphate les plus riches et les plus étendus du monde.

Grâce à lui aussi, les géologues plus préoccupés des hautes conceptions de la science que de ses applications voient comment, à cette époque ancienne, des courants marins dispersaient une même faune en Tunisie, à Madagascar et dans l'Inde.

Mais ces travaux de comparaison, de description, d'analyse minutieuse, ne sont pas le but de l'activité du naturaliste. Quand à la fin d'une longue journée de marche, le jeune géologue, rentrant à sa tente, voyait du haut de l'une de ces Kalaat, de l'une de ces grandes tables calcaires que ses travaux de géographie physique nous ont si bien fait connaître, la plaine pierreuse s'étendre à l'infini, quand il veillait au milieu de la rafale diluvienne, qui, avec un bruit de tonnerre, transformait en quelques heures un *oued* desséché, une bande de cailloux roulés, en un torrent large de cinquante mètres, il n'avait pas pour ambition d'être seulement un érudit, il songeait à son pays de France et, pour rendre plus grande cette patrie aimée, il rêvait d'explorer loin dans le Sud, au delà de ces plaines, au delà des sources de

ces oued, l'araad, « la région de la discorde » ainsi que l'appellent les Arabes en faisant allusion aux tribus pillardes et batailleuses qui la parcourent, mais qu'il serait plus juste d'appeler le pays de la désolation.

En 1905, il part pour Ghabès, et de là, pénètre vers le Sud au delà de Douirat, au delà de Tataouine, au delà du 33^e parallèle ; il étudie les terrains qui affleurent dans cette région depuis le Trias jusqu'au Maëstrichtien, sinon même jusqu'au Pliocène et, rentré en France, résume la *Géographie physique du Sud tunisien* dans un substantiel mémoire où l'on ne sait si l'on doit admirer davantage les conclusions scientifiques ou la simplicité presque héroïque du naturaliste qui, ayant quitté le calme laboratoire pour le rude désert, n'a plus pour étancher sa soif, de puits en citerne et de citerne en mare, qu'une flaque bourbeuse et nous dit gaiement au retour : « le liquide couleur café au lait qu'on y puise n'a pas de nom en français ; là bas on appelle encore cela *el ma* : de l'eau ».

Bientôt il va atteindre des régions plus méridionales encore. Ghdamès, la ville lointaine, dont le nom seul produit comme une fascination sur tous ceux avec qui il a vécu dans le Sud, officiers ou Arabes, va ouvrir ses portes devant lui.

Les gouvernements français et ottoman avaient résolu de fixer définitivement la frontière longtemps imprécise de la Tunisie et de la Tripolitaine, une mission de délimitation composée d'officiers était en route pour Ghdamès ; mais une sorte de mirage faisait paraître, dans ces régions, aux yeux éblouis de quelques capitalistes, non seulement de verdoyantes oasis, qui, vues de près, ne comptaient pas cinquante palmiers, mais des mines inépuisables de phosphate, des gisements intarissables de nitrate. Le gouverneur général de la Tunisie résolut d'adjoindre un géologue à la mission.

Connaissant la haute compétence de Pervinquière, son apparente aptitude à supporter toutes les fatigues, ayant apprécié déjà la sûreté de ses avis, la rectitude de son jugement, il fit appel à son dévouement, à son patriotisme, à son amour de la Science ; l'appel fut si brusque et si vite entendu qu'un samedi de février 1911, vers midi, le conférencier de la Sorbonne apprit qu'il était mis, pour deux mois, à la disposition du Ministre des Affaires étrangères et qu'il fallait partir le lendemain soir. Le surlendemain, il débarquait à Tunis et, en dix-huit jours, en chemin de fer, en automobile, à cheval, à méhari, il franchissait les 958 kilomètres qui séparent Tunis de Ghdamès.

Mais il traversa en vain le désert de pierres aux patines foncées,

grises, noirâtres ou brunes, les hautes dunes sableuses dominant de plus de cent mètres les étroits couloirs où passait son convoi, les plaines si arides que toute plante y prend l'aspect d'une brindille de fagot et que si l'on s'éloigne d'un jour de marche autour de Ghdamès les chameaux de bât, même, ne trouvent plus à manger. La région ne renfermait ni phosphate, ni nitrate, la croûte blanche qui recouvrait le sol n'était que de la calcite cristallisée. « Cet Eldorado, disait-il en souriant à son retour, n'est qu'une mine de dentifrice », en faisant allusion à l'utilisation de cette poudre blanche par les indigènes. Il n'ajoutait pas que, par son intrépide courage, il avait, en calmant l'enthousiasme des spéculateurs, sauvé de la ruine plus d'un banquier peut-être, plus d'une modeste famille française à coup sûr.

Cette chevauchée géologique et le retour plus lent avaient permis à Pervinquière de recueillir de précieux documents qu'il résuma en une communication concise, faite ici même, en 1912, sous le titre de *Géologie de l'extrême Sud tunisien et de la Tripolitaine*, accompagnée de coupes détaillées, de nombreuses listes de fossiles, d'une carte de la région comprise entre les Chotts et Ghdamès et même de renseignements précis, recueillis aux meilleures sources, sur le Tertiaire de la Cyrénaïque et les roches éruptives de Tripoli.

De nombreuses années s'écouleront, sans doute, avant que des Français puissent comme Pervinquière et ses compagnons séjourner à Ghdamès ; et ce travailleur acharné à qui peu de sciences humaines étaient étrangères, entouré d'officiers à l'esprit curieux, connaissant bien les peuplades qui vivent aux confins du désert, sut appliquer ses qualités d'observateur à l'ethnographie et à l'archéologie. De retour en France il ajouta à tant d'autres tâches, que son départ précipité avait laissées inachevées, la rédaction d'un *Rapport de mission* des plus intéressants et d'un volume « *La Tripolitaine interdite. — Ghdamès* » qui, sous l'aspect d'un récit de voyage fort attachant à lire, constitue une monographie géographique extrêmement complète.

Comme s'il avait pressenti que sa vie serait courte et que le terme approchait, il redoublait d'efforts et, dans la dernière année de sa vie, déjà atteint profondément, sans le savoir, par le mal qui devait le terrasser, il publiait outre ce volume, outre ce rapport, des *Notes archéologiques sur la frontière tuniso-tripolitaine*, en collaboration avec le commandant Donau, chef de la mission de délimitation, le second volume de ses *Études de Paléontologie tunisienne* et une nouvelle édition de l'*Étude pratique des roches*.

Quand, pour toujours, la plume est tombée de sa main, il terminait la correction des épreuves d'une œuvre posthume de Philippe Thomas, la troisième partie de *l'Essai d'une description géologique de la Tunisie*, dont il avait assumé la publication comme un pieux devoir de reconnaissance envers le géologue si affable qui avait encouragé ses débuts.

Il a fini sa vie scientifique par un acte de bonté, en travaillant à l'Histoire de la Terre, à laquelle, jeune homme, il avait rêvé de se consacrer, en pensant à cette Tunisie qu'il aimait tant ; près de lui, veillait une compagne dévouée ; il envisageait la mort avec une grande confiance, avec une foi profonde : Sa fin fut belle.

L'Afrique, qui a déjà livré aux géologues et aux paléontologistes les Reptiles triasiques proches parents des Mammifères, les ancêtres oligocènes des Mastodontes, les plus gigantesques des Dinosauriens, nous fournira, certes, encore la solution de plus d'une énigme, peut-être même trouvera-t-on ces solutions en explorant les formations lagunaires ou continentales de Tunisie. Le progrès des sciences est rapide ; l'œuvre de Pervinquière sera continuée, complétée, mais son nom demeurera toujours comme celui d'un devancier scrupuleux, persévérant, enthousiaste.

Quand une exploration scientifique pourra atteindre sans efforts, et peut-être même dépasser Ghdamès, elle fera halte, sans doute, auprès de verdoyantes oasis, sur la route que Pervinquière connut si aride, et les chameliers montreront, à quelques centaines de mètres de l'un de ces puits, un fort, à la porte duquel une plaque de marbre rappellera le nom du géologue dont les indications auront permis d'effectuer utilement ces forages, de créer ces oasis. La construction du « *Fort Pervinquière* » va être commencée dans quelques semaines non loin de Mchiguig, à sept ou huit cents kilomètres de Tunis ; dès 1915 il sera occupé, pendant une grande partie de l'année, par les officiers qui ont décidé son édification.

Cette façon de faire survivre un nom utilement, solidement, solitairement, bravement, aux confins du désert, n'était pas pour déplaire à l'homme de devoir, simple, calme, énergique, cachant sous une apparence un peu rude, des trésors de dévouement, dont la mort fut une grande perte non seulement pour sa famille, ses élèves et ses amis mais pour la Science géologique et pour l'Afrique française.

PRINCIPAUX TRAVAUX DE LÉON PERVINQUIÈRE.

1894. Note sur les buttes coquillières de Saint-Michel-en-l'Herm (*Ann. de la Soc. d'émulation de la Vendée*).
1898. Sur un faciès particulier du Sénonien de Tunisie (*C. R. Ac. Sc.*, 14 novembre 1898).
1900. Sur l'Éocène de la Tunisie et de l'Algérie (*C. R. Ac. Sc.*, 1^{er} octobre 1900).
1900. La Tunisie centrale; esquisse de géographie physique (*Annales de Géographie*, t. IX).
1903. Étude géologique de la Tunisie centrale, in-4°, Paris, 359 p., 1 carte à 1/200 000.
1904. La Tunisie au début du xx^e siècle; Géologie, in-8°, Paris, 36 p.
1904. Sur les plages soulevées de Monastir et de Sfax (Tunisie), en collaboration avec M. FLICK (*B. S. G. F.*, 4^e sér., t. IV), in-8°, pp. 195-206.
1904. Le Microscope polarisant, par RINNE (*traduction française*), in-8°, Paris, 160 p.
1905. Étude pratique des roches, par RINNE (*traduction et adaptation française*), in-18, Paris, 674 p. — 2^e édition en 1912, 926 p.
1907. Études de Paléontologie tunisienne. I. Céphalopodes des terrains secondaires, in-4°, Paris, 2 vol. texte et atlas, v-438 p., 27 pl.
1908. Sur quelques Ammonites du Crétacé algérien (*Mém. de Paléont. de la Soc. géol. de Fr.*, t. XVII), 86 p., 7 pl.
1909. Le Sud tunisien (*Revue de Géographie*, t. III), in-8°.
1909. Note sur la Géologie de l'Extrême-Sud de la Tunisie et de la Tripolitaine, spécialement des environs de Ghdamès (*C. R. Ac. Sc.*, 4 novembre).
1912. Rapport sur une mission scientifique dans l'Extrême-Sud tunisien (*Direction générale de l'agriculture, du commerce et de la colonisation. Mém. et documents. Gouv. gén. de la Tunisie*).
1912. Sur la géologie de l'Extrême-Sud tunisien et de la Tripolitaine (*B. S. G. F.*, 4^e sér., t. XII), pp. 143-193.
1912. Sur les confins de la Tripolitaine et de la Méditerranée (*Le Tour du Monde*, t. XVIII, nouvelle série).
1912. La Tripolitaine interdite. Ghdamès. Paris, in-16, 254 p.
1912. Notes archéologiques sur la frontière tuniso-tripolitaine (en collaboration avec le commandant DONAU) (*Bull. de Géogr. hist. et descriptive*, n° 3).
1912. Études de Paléontologie tunisienne. II. Gastropodes et Lamellibranches des terrains crétacés, in-4°, Paris, 2 vol., texte et atlas, 422 p., 12 pl.

Nombreux articles dans la *Revue scientifique*, la *Revue générale des Sciences*, la *Revue hebdomadaire*, l'*Opinion*, le *Cosmos*, de 1902 à 1913.

CARTE STRUCTURALE DÉTAILLÉE
 A 1/80 000 DES
 ENVIRONS DE CASTELLANE (BASSES-ALPES)

PAR

Adrien Guébbard¹.

PLANCHE XVI

I. CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

1. *Origine de cette étude.* — Revenu à la Géologie, en l'été 1913, après une trop longue diversion, consacrée à la Préhistoire, je trouvai dans mes cartons, en rentrant chez moi, presque achevée, une carte détaillée à 1/80 000 de presque tout l'angle S. E. de la Feuille de Castellane, entre le méridien de Comps (Var) et le parallèle de La Garde (B.-A.), suite naturelle de ma *Carte du S. W. des Alpes-Maritimes*, publiée au Congrès international de Géologie, VIII^e session, 1900, planche VI.

Il me parut qu'il convenait, avant tout, de donner à ce travail, qui résumait plusieurs années d'observations anciennes, l'achèvement nécessaire pour ne pas laisser absolument perdu un document pouvant être utile aux géologues désireux d'avoir sur le terrain, en dehors des chemins battus, un guide sûr et une représentation fidèle des réalités.

Arrivé à Castellane, ma première visite fut, au voisinage, pour le célèbre gisement tertiaire dit *du Vit*, remis en actualité par les importantes publications de M. Jean Boussac, et où j'espérais retrouver, pour M. J.-M. Lambert, qui, justement, en était à l'étude des Échinides nummulitiques de Provence, un *Schizaster* dont j'avais relevé la mention dans de vieilles notes d'excursions, au 14 novembre 1901.

Malheureusement, j'eus beau multiplier les recherches, je ne trouvai plus ni *Schizaster*, ni Oursin quelconque, mais seulement tant d'imprécision dans la carte que je ne pus me décider à quitter ces lieux si intéressants sans avoir, pour mon édification personnelle, levé le plan géologique, à l'échelle même du cadastre qui me servait de guide, 1/2 000. Mais comment comprendre la

1. Note présentée à la séance du 6 avril 1914.

structure du bassin nummulitique, sans celle de son cadre jurassique ? Et celle-ci sans son ambiance ?

C'est ainsi que, cherchant de synclinal en anticlinal des clartés qu'en vain je demandais aux documents sous ma main, je me laissai entraîner à commencer une carte toute nouvelle en marge de mon ancienne, que j'étais venu pour terminer.

Sans doute l'une et l'autre s'éclaireront en se raccordant, puisque le bassin synclinal de Rayau n'est que la continuation tectonique de celui de Taulanne-Brayals par delà le barrage anticlinal de la montagne de Robion, dans la direction d'Eoulx (B.-A.) et bien au delà. Mais je tenais à préciser la genèse, tout impromptue, du présent travail, qui ne m'empêchera pas — au contraire — de tâcher au plus tôt de mener l'autre à bien.

2. *Mode d'exécution.* — Cette nouvelle carte m'a pris, il est vrai, même réduite au format d'une page simple, bien plus de temps que je n'avais prévu, quoique moins encore, certainement, qu'il n'eût fallu, chassé que je fus par la neige après avoir commencé avant la canicule. En un pays où les difficultés de séjour sur place n'ont d'égales, en certaines saisons, que celles des transports, plus de 150 journées, réparties entre tous les points plus ou moins habitables de la région ¹ ne m'ont pas encore permis de donner aux extrêmes coins du N. et du S. tout le temps que j'aurais voulu afin de réaliser partout le même degré d'exactitude que dans mes précédentes cartes. Mais mon but était surtout tectonique, et je crois l'avoir largement atteint, tout en réduisant dans une proportion énorme, grâce à la multiplication des itinéraires et à la précision des pointages à grande échelle ², le coefficient par trop exagéré des erreurs matérielles sur lesquelles avaient été édifiées jusqu'ici les plus belles théories.

3. *Résultats d'ensemble.* — Ce ne sont point des théories à effet que j'aurai moi-même à produire, et je dois m'excuser d'avance de la vulgarité de mes explications, heureux si je ne me fais pas prendre en pitié pour n'avoir su découvrir, en un

1. Castellane (nombreux séjours entre le 1^{er} août 1913 et le 15 février 1914), Taulanne (du 11 au 26 septembre), Castillon (7-8 novembre), La Baume (9-10 novembre), Chasteuil (13-19 novembre), Blioux (20-26 novembre), Senz (27 nov.-1^{er} déc. ; 17-18 déc. ; 1-12 févr. 1914), La Garde (24 août, 9-13 et 15-16 déc.), Demandolx (4 déc. ; 14-15 févr. 1914).

2. Suivant ma règle constante, c'est sur les plans cadastraux, d'assemblage ou de détail, de chaque commune, c'est-à-dire à une échelle variant de 1/10 000 à 1/1 250, qu'ont été faits tous mes relevés sur le terrain, avant d'être reportés sur les cartes d'état-major, à 1/50 000, puis 1/80 000.

pays réputé si propice, ni « charriage », ni « paquets tombés », ni même « chevauchements » de quelque amplitude. Ayant vu simple, je m'efforcerai d'exposer juste, sans rechercher le prestige des solutions extraordinaires, ni l'éclat des phraséologies à la mode.

Graphiquement, ma « systématisation » — formule de compréhension acquise, et point masque d'incompréhension — ne sera que la traduction rigoureuse de faits de plus en plus précisés, et jamais, comme cela se voit trop dans l'angle S. W. de la Feuille de Nice, l'adaptation forcée de matérialités souvent déformées au profit d'inapplicables théories. L'allure simple de mes courbes, dans leur cadre simplifié de lignes de dislocation, paraîtra bien *nature* à tout œil familiarisé avec la parfaite harmonie que gardent, tectoniquement, à travers toutes les soi-disant « fantaisies de l'érosion », les affleurements feuilletés des bancs jurassiques sur les flancs dénudés des montagnes de Provence. Il n'est pas une inflexion qui n'ait sa signification et qui ne contribue à marquer le mouvement tectonique dans ses rapports vrais avec l'orographie, mieux que ne fait la tradition parisienne d'asservissement des contours aux lignes de niveau des figurés, souvent eux-mêmes trompeurs. Pratiquée dans nos régions où la presque horizontalité des couches est tout à fait exceptionnelle, cette simulation de rigueur, communément employée, comme suprême ressource, entre des pointages trop clairsemés, pour les hésitations d'une plume insuffisamment assurée, ne sert qu'à accentuer le caractère incertain et flou du relief géologique, modelé sur l'autre, alors que c'est presque toujours l'inverse qui est réel.

4. *Deux directions de plissements.* — C'est surtout pour les grandes lignes de dislocation que disparaissent, comme par enchantement, au fur et à mesure que se multiplient les pointés rigoureux, ces tortillements vermiculaires, ces serpentements invraisemblables, qui font, à la vérité, le régal des amateurs de « fronts de nappes », mais qui, dus presque toujours à des liaisons fâcheuses de repérages trop espacés et à l'indifférence que permet, quant aux intervalles, la facilité d'attribution des pires libertés graphiques au *Deus ex machina* des « déchiquetures frontales », suffisent à mettre en défiance l'observateur épris d'exactitude et désireux de se rendre compte de près de la réalité des choses et du détail des mécanismes effectivement possibles.

C'est ainsi que, dans tout le champ étudié, l'on arrive bien vite à se convaincre que *deux* seules directions, sans plus, ont

présidé à tous les plissements et fractures, dont la presque parfaite rectilinéité n'est jamais altérée que par leurs raccords, à plus ou moins large courbure, ou par leurs recoupements interférentiels. Et lorsqu'il m'arriva, tardivement, de constater que l'une de ces directions, de W.S.W. à E.N.E., est précisément celle qui a été partout observée pour les accidents pyrénéo-provençaux ¹; l'autre, presque, mais pas tout à fait, orthogonale, à peu près N.W. à S. E., celle des plissements alpins, on comprendra que cette constatation, faite après coup, sans avoir été cherchée, ni surtout prévue, ait corroboré singulièrement l'impression d'antériorité de l'un des systèmes par rapport à l'autre, que m'avait donnée, dès ma première visite à Brayal, l'observation de la bordure occidentale du bassin tertiaire (v. § 15, coupes X, XI). Et comme je m'aperçois encore aujourd'hui qu'une constatation toute pareille a été faite, il y a longtemps, sur une région relativement peu éloignée des Basses-Alpes ², je ne crains pas de manquer à ma règle habituelle en étendant mes conclusions au delà de mon cadre d'observations, pour formuler l'impression, impérieusement émanée de tout l'ensemble de mon travail, à savoir que la même simplicité de constatations finales aurait bien des chances de résulter, pour une très grande partie de la Feuille de Castellane, de la remise au point, par un supplément d'observations rigoureuses, des conclusions anciennes qui, pour désigner les seules directions des multiples « faisceaux de plis » de ce champ, n'avaient pas eu assez de toutes les lettres de l'alphabet français ³.

Mais, pour cela, j'estime qu'il faudrait, avant tout, prendre pour objectif des recherches, de préférence aux anticlinaux, plus faciles, sans doute, à apercevoir, mais plus souvent rompus, interrompus, disloqués, à cause de leur éminence même, les plis synclinaux, dont les témoins, plus fidèlement conservés, sont des jalons d'autant plus sûrs qu'ils auront donné plus de peine à découvrir.

5. *Pas de déversements.* — Ce sont ces témoins synclinaux qui, par la parfaite verticalité de leurs plans axiaux et de leurs

1. Il m'arrivera fréquemment, à l'avenir, de dire par abréviation, « pyrénéen » ou « provençal », tout court. De même quelquefois W., E., N., S., pour W.S.W., etc., mais sans qu'il y ait d'ambiguïté possible.

2. EMILE HAUG. De la coexistence, dans le bassin de la Durance, de deux systèmes de plis conjugués, d'âges différents. *C. R. Ac. Sc.*, CXX, 17 juin 1895, p. 1357-60.

3. PH. ZÜRCHER. Note sur la structure de la région de Castellane. *Bull. des Services de la Carte géol. de Fr.*, t. VII, n° 48, 1895, p. 299-355, 21 fig., 6 pl.

flancs redressés en U (pyramides nummulitiques de Senez ; le pic des *Quintes* à l'E. de Chasteuil) attestent que, si l'un et l'autre système de plis, alpins et pyrénéens, a été dû évidemment aux mêmes causes générales qui, ailleurs, peuvent manifester des apparences plus réelles de dissymétrie, ici la « poussée », si elle fut jamais « tangentielle » et unilatérale, se heurta à une résistance juste égale, pour produire, dans des couches suffisamment homogènes, des plis tout à fait droits.

Tous ceux qui sont observables, dans leur intégrité, complets et non faillés, avec charnière visible, qu'il s'agisse de synclinaux ou d'anticlinaux, de plis alpins ou pyrénéens, se montrent, sans exception, parfaitement réguliers, symétriques. Sans parler des trois gouttières nummulitiques superposées qui donnent aux approches de Senez, en venant du S., un cachet si pittoresque (v. coupe XVII), c'est l'ennoyage, au N., de l'anticlinal compris entre les deux synclinaux inférieurs, qui va former la curieuse voûte en plein cintre de *Malvoisin*, célèbre à cause de son apparente discordance avec la « mollasse rouge » superposée¹. Le dôme allongé de St-Vincent (coupe XVI), au N. de Taulanne, est fait de Tithonique vertical sur tout son pourtour, sauf à son extrémité S. E., où il s'enfonce périclinalement, avec la plus grande régularité, sous le Crétacé et le Nummulitique. Dans le prolongement S. de son axe, au-dessus de la source de *Brayal*, la barre inférieure du grès nummulitique (coupe X) forme, à côté d'un singulier pointement liaso-triasique (coupe XI), une voûte droite correspondante.

De même pour les plissements pyrénéo-provençaux. Le front de la barre de *La Baume* laisse voir (coupes VI-VII), dans les ravins qui la découpent, les plissements bien verticaux, sans déversement, de ses bancs inférieurs (v. § 15), pourtant éminemment friables, et que la moindre « poussée » eût suffi à déjeter. La section de la barre de *Saint-Pierre* par le ravin de Taulanne (coupe XV), montre, vers le bas de la rive gauche, la retombée droite du noyau anticlinal liaso-triasique, intégralement conservé. Le double pli qui ondule le versant S. de *Berbené* est formé par du Tithonique à flancs toujours presque verticaux (coupe VIII). Le profond ravin qui descend de *Brandis* montre (coupe IX), sur ses deux rives, la section aiguë de l'anticlinal étroit qui fait apparaître le Lias marneux et parfois le Trias au milieu du Lias supérieur siliceux, lequel forme, au-dessus, un synclinal, dont la section non moins aiguë, non moins droite,

1. *Bull. S. G. F.*, (3), XXIII, pl. xxii, 1. Phot. Leenhardt.

s'aperçoit nettement sur le versant W. de la crête N. S. qui va des *Chaises de Brandis* à la *Chapelle de Saint-Jean*, au-dessus de la Clue de ce nom¹. Quand on regarde celle-ci du coude que fait, vers le N., le chemin de Castellane à Brandis (ancienne route royale de Rougon) sur le premier ravin qu'elle rencontre à l'W. de celui du Villars, on admire la terminaison en bord de cuillère et la superbe imbrication des majestueuses gouttières synclinales, à parois presque verticalement redressées, qui viennent, en montant une pente abrupte, montrer le passage à cette place, sur une selle d'éboulis liasiques, de l'axe bombé du pli ante-alpin dirigé sur Brayal (cf. § 18).

6. *Les grandes barres.* — Sans doute, la plupart des barres alpines regardent bien du côté opposé à la présumée « poussée ». Mais il en est, parmi les provençales, qui ont le regard à rebours, au N. N. W. (*Berbené*, coupe VIII ; *Trou de l'Ours*, coupe XVI), et quand on voit la haute cuvette de Taulanne encadrée d'un immense fer à cheval de barres formidables dont deux regardent en sens opposé (*Saint-Pierre*, *Chaises de Brandis*, coupes XIV, XV) et la troisième à peu près à angle droit (*Pré Chauvin*, coupe XVI), l'impression véritable n'est plus ni d'une *poussée* dans le sens horizontal, ni d'*étirements* de plis-failles, mais de simples *soulèvements* en couvercle de tabatière, le long de véritables *failles* verticales. Qu'on me pardonne, pour une telle région, des expressions aussi désuètes ; mais je parle en physicien qui ne peut s'empêcher de voir, sous la marqueterie de la portion de nappe jurassique² craquelée par un réseau conjugué de lignes de fracture, agir le tout puissant piston hydraulique de la masse molle du Trias et du Lias, qui, mis sous pression en vase clos, dans le fond du géosynclinal, à la fois par la contracture et par le poids de sa lourde carapace, ne peut faire autrement, pour trouver issue par les fentes trop étroites qui lui sont ouvertes ; que de soulever le morceau, tantôt en entier, s'il est libre (plateau de *Villars-Brandis*, coupes IX à XIV), tantôt

1. On distingue très bien cette coupe synclinale, quoique avec un faux aspect de déversement, dû au point de vue oblique, exactement dans le milieu de la crête de fond de la belle *vue du Cirque de Chasteuil* (phot. d'Agnèl), qu'a donnée dans le *C. R. de la Course du 25 septembre 1895*, M. Ph. Zürcher, qui, pourtant, dans son schéma, n'a figuré que des bancs de nappes horizontales, là où apparaît visiblement, sur la photographie, l'N complet observable, sur le terrain, des deux côtés de la crête de Saint-Jeau.

2. J'entends le mot *nappe*, sans sous-entendre « charriée », dans le sens vulgaire applicable à toute étendue un peu considérable de dépôts primitivement horizontaux. La spécification était nécessaire, devant la déformation de sens imposée à un terme ancien par les pratiques du jour.

par un mouvement de bascule le long d'une ligne d'attache (*Sarage*, coupes XVI, XIX ; *Destourbes*, coupe I), ou par retroussis de toute la portion libre du pourtour (cuvette de *Taulanne*, coupes IX, XIV, XVI), et ce, tout en infiltrant de ses bavures gypseuses les fissures les plus serrées (ligne des *Combes* de Senez au *Gipas*, coupes XVII, XVIII ; des *Gravières* de La Garde, vers l'angle S. E. de la carte, coupe IV), ou saillant par quelque étroite cheminée, en jalon inattendu (*Brayal*, coupe XI), ou s'arrêtant sous sa chape de terrains récents, sans arriver au jour autrement que par quelque érosion, qui le montre alors nettement recouvert, envoûté par les bancs qui, sur le papier, peuvent prendre l'air d'un *substratum* (montée de la *Tuilière* à *Taulanne*, km. 85,4 de la route nationale 85 ; pont des *Maupas*, km. 106, à l'E. de *La Garde*).

Quoi d'étonnant si, dans son mouvement d'ascension, la lèvre soulevée agrippe et relève en l'air un peu de l'épiderme de la lèvre abandonnée sous terre ? C'est ainsi qu'on peut voir (coupes X à XII), à l'E. de *Chasteuil*, une muraille verticale de Tithonique et d'Oxfordien plaquée en parfaite discordance, du N. W. au S. E. (mouvement alpin), au devant d'une haute terrasse triasique, à stratification nettement pyrénéenne, bien marquée par l'orientation d'une branche d'U géant, de Lias supérieur, à noyau bajocien, sur lequel s'était perché, au lieu dit *les Quintes* de *Chasteuil*, le premier village médiéval.

Comment concevoir autrement que par une surrection en masse, en arrière de cette muraille alpine, la formation du haut plateau liaso-triasique de *Villars-Brandis*, à stratification pyrénéenne toute conservée, à l'intérieur d'un cadre rectangulaire complet de failles ou flexures verticales (v. coupes IX à XIV) ?

Une autre preuve de l'absence, en cette région, d'une vraie « poussée » horizontale et de la vraisemblance du mécanisme physique que révèlent les moindres détails à l'observateur sans parti-pris, est fournie par le fameux *accident de Castillon*, qui, réduit à sa réalité simple (v. § 14) de vulgaire pustulé brachy-anticlinale, surgie dans un angle de raccordement de deux grandes directions de fractures, montre (coupes V, VI), au devant du noyau triasique du demi-ovoïde soulevé, une faible barrière verticale de Tithonique, évidemment entraîné, avec sa couverture néocomienne, dans le mouvement de surrection, mais nullement déversé, comme c'eût été inévitablement le cas, s'il avait eu à supporter la moindre « poussée » de la part de la masse énorme surplombante du Jurassique inférieur, qui forme derrière lui comme le jaune crevé de ce demi-œuf géant.

Mieux que cela : la montagne de *Rus* (entre le *Grand Vallon* de Saint-Barnabé, au S. de Demandolx, et la dépression synclinale de *la Bastide*, au cadastre *Clot du Roi*) qui se montre comme fendue longitudinalement par la prolongation de la faille du *Gué de la Jabi*, a son flanc N. formé de bancs verticaux (coupés III-IV), dont les supérieurs sont même parfois légèrement déversés vers le N. (*c'est-à-dire en sens inverse de la présumée poussée*), tandis que le noyau triasique forme une dépression nettement surmontée, et parfois comme coiffée (sentier de *Serre Buisson*) par le Tithonique, qui, plongeant ensuite au S., va former le flanc septentrional normal du synclinal suivant, séparé par un autre anticlinal *vertical*, tout tithonique, de la longue vallée de *Clot d'Agnon*.

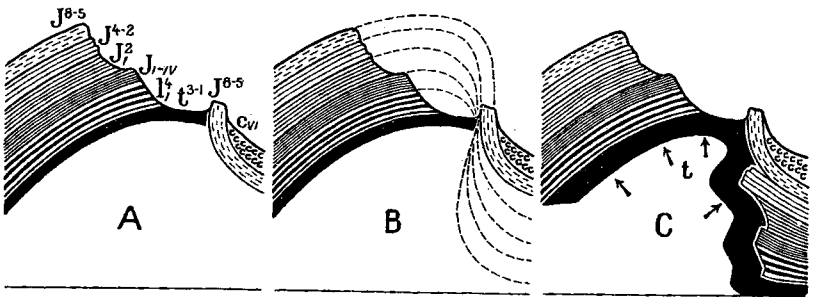


FIG. 1. — Coupes A, B, C. — A, coupe observée. — B, schéma par étirement. — C, schéma par soulèvement. — Légende de la planche XVI.

La montagne de ce nom, qui s'élève au S., montre, au N. E. de La Garde, dans la grande coupure du *Ravin des Gravières*, descendu du Teillon, une structure tout analogue : une sorte de demi-anticlinal fortement redressé, dont le noyau liaso-triasique vient buter contre une muraille haute et mince, mais nullement déversée, et orographiquement surplombante (c'est le pic qu'on voit au N. E. de La Garde), de Jurassique supérieur.

Qu'on essaie, en dessinant la coupe figurative de tous ces accidents (coupe A), d'établir par des pointillés la correspondance des bancs émergés avec leurs homologues souterrains, et l'on aura (coupe B) la représentation d'un « pli-faille à flanc inverse étiré ».

Et que serait-ce si le Tithonique, au lieu de se dresser verticalement en contre-haut, était demeuré rompu au ras du coude et ne laissait plus voir que la partie subsistante, sagement horizontale, du lambeau de nappe inférieur? O le beau « pli couché », la belle « surface de charriage »!

Sans aller jusqu'au « charriage », car, dans toutes les régions que j'ai parcourues, et pour chaque morceau de nappe, le raccord avec le suivant, ou la ligne d'attache à l'arrière, sont trop évidents pour qu'on puisse parler raisonnablement de déplacements individuels autres que verticaux — je n'ai pas laissé de donner aussi, à l'époque, dans cette mode, qui débutait quand je débutais moi-même et qui me faisait prendre pour figures de la réalité de simples tracés symboliques et pour mouvements de couches, les pointillés conventionnels de la plume sur le papier. Dès lors, il est vrai, je m'efforçais en vain à concevoir physiquement le mécanisme d'*étirement* de tous ces bancs jurassiques, exclusivement calcaires et dolomitiques, de mes premières observations ; bancs tellement fragmentés dans leur masse actuelle que les carriers ont grand' peine quand il s'agit d'y trouver un bloc d'un seul tenant de quelques mètres cubes, et qu'il suffit de donner quelques coups de pic dans les plus superficiels pour découvrir partout des fissures de puits perdus, non pas suivant les joints de stratification, mais en diaclases verticales sans fond. Qu'à la rigueur certains de ces bancs, étroitement pressés entre d'autres sous une forte surcharge, aient pu, dans de certaines limites, s'amincir par étirement avant d'arriver à la rupture et se comporter comme de simples lits pâteux sous l'énormité des pressions supportées : cela pouvait s'accepter pour les plus profonds. Mais que tous, d'ensemble et d'habitude, se soient comportés comme de simples lames de plomb dans une expérience de laboratoire ; qu'ils aient, plutôt que de se rompre tôt en mille morceaux, même sous les actions les plus graduées, pu conserver longtemps la réaction élastique qu'impliquent nos schémas ; voilà ce que n'arrivaient pas à faire entrer dans mon entendement quelques exemples très spéciaux vus dans la nature ou cités par les livres, et moins encore ceux de la région de Castellane où les réductions d'épaisseur, d'origine tectonique, ne se voient guère que sur les portions plastiques (accident de *la Tuilière* de Senez, coupe XIX), qui auraient plutôt tendance à foirer dans leurs mises à jour (débordements du Médio-Jurassique sur le Jurassique inférieur à travers les ruptures frontales de la barre de *La Baume* ; intrusions du gypse dans les failles, etc.), sans exemple positif de vraie disparition pour cette cause (celle des marnes aptiennes, aux *Granges* de Senez, coupe XVII, est certainement due à une érosion locale antérieure au plissement, et même au dépôt transgressif du Nummulitique).

C'est pourquoi, dans la plupart de mes coupes, je n'ai pas fait de différence souterraine entre l'allure des bancs, même aux

abords des surfaces de discontinuité, où, sans prétendre encore pouvoir donner une figuration sûre de la réalité, le mécanisme indiqué par la coupe C me paraît néanmoins bien plus vraisemblable que celui de la coupe B¹.

Or, que, de ce même accident, on ne regarde que le plan, même exact : et, très facilement, si l'on n'est édifié sur le relief, on y verra « le chevauchement d'un flanc normal sur un substratum plus récent. » L'imagination qui, sur le terrain, prolonge facilement l'un dans l'autre, et l'un sous l'autre, tout ce qui s'aperçoit l'un au-devant de l'autre, a bien plus beau jeu devant le papier. A elle seule sont dues toutes les « imbrications » de la présente carte, comme tous les « charriages » de celle des Alpes-Maritimes. Si, dans celle-ci, ne manquent pas des complications que je n'ai pas retrouvées dans ma nouvelle étude, elles ont toutes deux cela de commun de montrer chacune les déformations et dislocations, par simples plissements et ruptures, avec déplacements verticaux plutôt qu'horizontaux, des portions d'une seule et même nappe, absolument autochtone, qui serait reconstituable, sur place, dans son extension passée et ses déformations successives, si l'on pouvait rendre à tous les morceaux leur forme primitive en les dépliant, pour les rajuster comme les découpures d'un jeu de patience.

7. *Un « îlot de recouvrement »*. — Ce n'est, on l'a vu, ni par présomption, ni par l'aveuglement d'un parti-pris, mais par l'évidence tangible des choses constatées, que j'ai été amené, bien malgré moi et contre toute attente, à ne plus regarder ici la relative constance d'orientation des *barres*, au moins alpines, comme le résultat d'une « poussée tangentielle » dans le sens du regard, mais d'une poussée de bas en haut, plutôt inclinée légèrement en sens opposé.

1. J'ai signalé, dès 1902 (C.R. de la course du 6 septembre, *B.S.G.F.* (4), II, p. 571, fig. 39) une coupe réelle du genre du schéma C, à la *Bergerie du Thiey*, au N. de Saint-Vallier (A.-M.), et encore, antérieurement, quelque chose d'analogue à Escagnolles (*A.F.A.S.*, XXIX, Paris 1900, p. 58-94, pl. III-IV ; v. fig. 3). Le même redressement vertical du Tithonique au devant du Jurassique inférieur presque horizontal s'observe aux extrémités orientales des cuvettes de Caussols et La Malle, ainsi qu'en de nombreux points des environs de Mons, où l'on peut toucher du doigt, par places, la continuité, par flexure, du Tithonique de la nappe supérieure avec celui de la nappe subordonnée. Ce qui n'a pas empêché, tout récemment, MM. LÉON BERTRAND et A. LANQUINE (Sur la prolongation de la nappe des Bessillons dans le Sud-Ouest des A.-M. jusqu'à la vallée du Var, *CR. Ac. Sc.*, CLVIII, 2 février 1914, p. 376) de faire passer par là, où nul besoin ne s'en faisait sentir, leur invention dernière d'un plus grand charriage provençal, en compensation du « chevauchement alpin » des bords du Var, dont le sacrifice a été par eux-mêmes consommé.

Mais alors, que dire de l'exemple, en quelque sorte typique de « chevauchement » de la *Tuilière* de Senez, qui fut présenté aux géologues de la *Réunion extraordinaire* de 1895¹ et que moi-même, à l'époque, je regardai comme tel? Oh certes, il ne faut pas un grand effort de pénétration, quand on aperçoit, au pied d'un mur de gypse bigarré, une pente biaise d'argiles ternes, pour se figurer que celles-ci se continuent sous celui-là et ont servi comme de calé en biseau à l'apparent relèvement en plan incliné du haut « paquet » jurassique. Singulier piédestal, en vérité, pour une aussi formidable masse, que cette argile, que la moindre humidité transforme en crème fluide, où j'ai appris à mes dépens de combien s'enlise, à chaque pas, la simple charge d'un homme!

Mais, du moins, ce présumé support rachetait-il, par l'ampleur de son front, le peu de consistance de sa pâte? Il a suffi, pour se rendre compte du contraire, de suivre pas à pas la ligne du contact apparent et de constater ainsi que, bien loin de remonter sur la rive gauche du ravin de *Goujaffre*, elle pointe rapidement dans la direction des *Pointus*, montrant alors l'apophyse gypseuse recouverte, au N. E., par son prétendu *substratum* (coupes XV, XIX), qui forme encore, au S. du ruisseau, à une altitude dépassant celle du gypse, une crête dans la direction des plis de Senez, auxquels se rattachent, tectoniquement, tous ces accidents, soi-disant « locaux ».

Certes ceux-ci, que résolvait instantanément la formule du « paquet tombé », appliquée à des contours complètement inexacts et à de grosses erreurs de déterminations (v. § 27), n'étaient pas très faciles à débrouiller, et mon regret a été de ne pouvoir, par un séjour sur place, les étudier aussi fondamentalement que j'eusse voulu. Mais la multiplication de mes visites à partir de Senez ou de Taulanne, m'a certainement permis de serrer la vérité de près et d'affirmer, en attendant que le dernier mot puisse être dit, qu'il s'agit encore d'un accident *per ascensum*, rentrant complètement dans la systématique générale, où il marque le point de butée des plis alpins de Senez contre le noyau vertical inébranlé de l'anticlinal pyrénéen de Saint-Pierre.

1. PH. ZÜRCHER. Compte rendu de la course du 24 septembre 1895, *B.S.G.F.* (3), XXIII, 1895, p. 914.

II. ÉTUDE PARTICULIÈRE DE TOUS LES ACCIDENTS.

La division remarquable du champ des observations en compartiments parfaitement délimités par les recoupements ou raccords des deux systèmes de lignes de fracture, montrant partout l'orographie déterminée par l'orogénie, fournit une base naturelle pour l'étude, maille par maille, de tout le réseau conjugué.

8. *Destourbes* (coupe I). — La montagne de Destourbes, pour la partie comprise dans notre cadre, montre un bel exemple de relèvement d'une lèvre de faille alpine par pivotement le long d'un axe synclinal, celui de La Garde ; rien n'empêchant, évidemment, de le qualifier de flanc normal de pli-faille, malgré l'absence de toute trace d'étirement réel du flanc resté ici enfoui, mais qu'on retrouve plus au S., partiellement conservé.

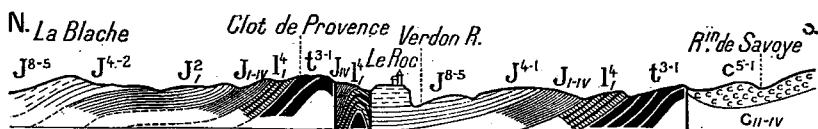


FIG. 2. — COUPE I, PAR LE ROC DE CASTELLANE.

Lors même que les lignes d'affleurement des divers bancs jurassiques qui forment le front de la barre n'auraient pas toute la rectitude que je leur ai donnée, je crois cependant que même la limite du Crétacé, qui, sur le front N. E., où elle remonte très haut, paraît toute déchiquetée par des ravins perpendiculaires, ne donnerait guère, à un lever géométrique, en projection, que des ondulations insignifiantes, qu'il est préférable de supprimer plutôt que de les emplacer au jugé, souvent au détriment de la schématisation légitime.

Quant à la réapparition (paquet tombé?) de bancs supérieurs marquée, sur la Feuille, en face de Castellane, elle paraît répondre à une vue de tranche des dolomies du Bathonien, parfaitement en place, qui, de la rive droite du Verdon, simuleraient plutôt, avec la petite grotte visible au sommet, un noyau anticlinal, si l'on ne pouvait vérifier qu'elles sont bien à leur rang normal, au-dessus des bancs jaunes à *Cancellophycus* du Bajocien, qui recouvrent eux-mêmes la série liaso-triasique au complet, jusqu'au gypse.

Mais pourquoi ce demi-anticlinal si puissant de Destourbes, dont le mouvement se retrouve dans celui de Sarage, a-t-il tourné court, derrière *le Roc*, pour s'interrompre là contre une faille tellement évidente qu'elle fut des premières remarquées par tous les observateurs? C'est qu'évidemment si cette faille n'était pré-existante, elle était en latence, au pied N. de la *Montagne de Robion*, grand pli subsistant, de l'époque pyrénéo-provençale. Peut-être aussi le fait que l'emplacement de cette faille marque la séparation du faciès argileux bathyal du Jurassique avec le faciès calcaire néritique, ne fut-il pas étranger à la localisation.

9. *La Blache* (coupes I, II). — Nulle part le premier de ces faciès n'est mieux caractérisé que dans les grands ravine-ments longitudinaux de la montagne de la Blache, qui, presque tout de suite en dessous de son sommet (point 1211), montre une gorge profonde, creusée dans une énorme épaisseur de marnes noires (grises à sec), mal protégées par une crête déjà marno-calcaire, mal soutenues par la trop friable intercalation du Lias siliceux, qui forme cependant un sommet secondaire au-dessus de la grande masse du Lias et Trias ébouloux.

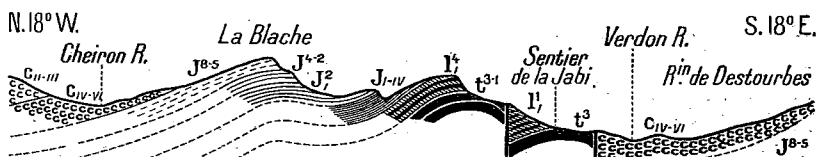


FIG. 3. — COUPE II, PROLONGEANT DU CHEIRON A DESTOURBES LA COUPE VII.

Or, si l'on suit vers l'W. le trajet, toujours jalonné par des pointements gypseux, du contact discontinu de ce Trias avec des terrains plus récents, il mène en ligne droite, par le haut du ravin de *Derrière le Roc*, et le versant du *Serré*, à travers une momentanée interruption au passage de la route de Digne, vers un autre pointement de gypse, visible à l'W. de Castellane, au flanc S. de la colline du *Signal*, faisant suite, évidemment, au Trias du flanc S. des collines de *Malouan* et de *la Melaou*, tandis que bientôt après, à la montée du sentier des Brayals, apparaissent, faisant face à tout ce Trias, des bancs d'Infralias, à plongement presque vertical au N.

C'est donc ici que passe la faille, sans nulle apparence de chevauchement, qui, après avoir traversé encore, jusqu'au gypse, un peu de Trias, bien indépendant, et en ordre inverse du pré-

cèdent, aboutit enfin juste à un point de rebroussement remarquable, sur lequel nous insisterons ultérieurement (§ 19), de la ligne de discontinuité qui reprend, dans la direction de Sarage, le mouvement alpin de Destourbes.

Comment, si ce n'est par la fascination de la « nappe de recouvrement » cette ligne de fracture, si évidente, et, nous le verrons (§ 10) si *logique*, a-t-elle pu échapper aux observations antérieures ?

10. *L'accident des Angles* (coupe I). — Entre cette ligne de fracture et celle qui marque l'arrêt vers le N. du soulèvement de Destourbes, se manifeste un accident des plus intéressants et qu'il a suffi de bien délimiter cartographiquement, et bien déterminer géologiquement, pour lui trouver une tout autre signification qu'à la petite tache de Jurassique moyen, isolée au milieu du Trias, qui, sur la Feuille, n'a pu trouver d'autre explication que la formule passe-partout de « réapparition de flanc renversé¹ ».

Or, si l'on parcourt le haut du quartier des Angles, sur la rive gauche du profond ravin de *Derrière le Roc*, on y voit un important banc de Tithonique vertical, appuyé au N. contre le Trias, et émergeant au S., ainsi qu'à son extrémité périclinale E., du Crétacé inférieur, qui, sous la *Chapelle de Sainte-Victoire*, couvre la base de la nappe redressée de Destourbes. Ce Tithonique n'est du reste pas en continuité avec celui de Destourbes, qui, dès la rive droite du ravin de *Derrière le Roc*, est masqué sous le Néocomien. Par contre, en contact avec celui-ci, et en dessous des bancs siliceux du Kimeridgien qui portent, vers le haut des *Angles*, une bergerie assez récente, on voit apparaître des bancs d'un aspect cénomanien extraordinairement trompeur, mais qu'une recherche assidue de restes fossiles fait bientôt reconnaître pour la partie supérieure des marno-calcaires séquaniens, bientôt suivie, plus bas, de la masse des marnes noires, où se sont creusées les deux branches supérieures du ravin, et qui occupent exactement la même position stratigraphique qu'à La Blache. C'est, sans doute, au-dessus que furent recueillis de nombreux fossiles oxfordiens par les excursionnistes du 26 septembre 1895², et j'ai moi-même, sur le sentier qui domine la rive droite du ravin, avant qu'il entre dans le gypse de la faille supérieure, trouvé de nombreux témoins du Bathonien et du Bajocien dans les bancs plongeant rapidement à l'E. sous les marnes noires, et for-

1. B. S. G. F., *loc. cit.*, p. 945.

2. B. S. G. F., *loc. cit.*, p. 934.

mant à l'W. une croupe caractéristique, en dessous de laquelle, en descendant vers le S. W., sur la ville, se retrouve la série liasique, toute couverte des éboulis triasiques du *Clot de Provence*.

Dès lors, pour peu qu'on tienne compte d'abord de l'ordre *normal* des superpositions, qui exclut l'hypothèse de « flanc inverse » ou de « flanc médian de pli déversé¹ », puis du visible bombement et du pendage des bancs, imbriqués de l'E. à l'W., l'interprétation est simple : il s'agit d'un bout réduit d'anticlinal complet, témoin probable d'un autre plus important, subordonné jadis à celui (peut-être aussi complet, alors) de la Blache, mais qui, coïncé entre la moitié subsistante de celui-ci et la masse, presque perpendiculaire, de Destourbes, s'est effilé à son extrémité E. entre le Trias et le Crétacé, tandis que son dos écaillé successivement laisse voir les imbrications, arrondies à la manière de tuiles courbes, des niveaux inférieurs, jusqu'au Trias de *la Salaou-la Colle*.

Mouvement *logique*, disions-nous (§ 9), car il est, par delà la fosse alpine des Brayals, la continuation directe du dernier ressaut provençal du plateau de Villars (v. § 21. *in fine*, coupes IX, XIII, XIV), tout comme La Blache paraît avoir été la continuation du haut anticlinal médian, et sa faille frontale occuper la place de l'ancien synclinal intermédiaire, dorénavant fusionnée avec celle du Roc pour se continuer au loin dans la direction d'un centre d'étoilement de plis qui, autant qu'on en peut juger par la Feuille, paraît exister entre Demandolx et Soleilhas.

Au devant d'elle, dans la partie où a eu quelque influence le mouvement alpin, on trouve d'abord, sans aucun caractère de recouvrement, mais, au contraire, avec tous ceux d'une émergence au milieu du Crétacé, souvent supérieur en altitude, une avancée de Lias et Trias, apparemment témoin des mouvements anciens auxquels se rattachent les montagnes au N. de La Lagne et au N. de La Garde, dont nous avons déjà parlé (§ 6) et les petits accidents très curieux de la Lagne même, dont nous aurons à parler ultérieurement (§ 12).

11. *La Jabi* (coupe III). — Mais auparavant il faut bien dire deux mots d'une localité qui, ayant servi de but à l'une des excursions de 1895, a donné lieu, dans le *Bulletin*² et ailleurs³ aux explications, et, sur la Feuille, aux contours les plus extra-

1. B. S. G. F., *loc. cit.*, p. 934 et 945.

2. B. S. G. F., *loc. cit.*, p. 931-933, fig. 1.

3. PH. ZÜRCHER, Note sur la stratigraphie des environs du ravin de la Jaby, *Bull. Serv. Carte géol.*, II, n° 18, 1890, p. 336-9, fig. 1-3.

ordinaires, alors que la simplicité même de notre carte, si elle n'avait besoin, pour son trop grand contraste, d'être ici justifiée, ferait disparaître presque toute nécessité d'explication.

Quoi de plus clair que ce raccordement périelinal des divers bancs de la terminaison E. du demi-anticlinal de La Blache avec la faille qui, passant à son pied, juste au gué du chemin de la Jabi, en sépare, orographiquement comme tectoniquement; la terminaison, également périelinale, mais en sens opposé, bien plus étroite, et à flancs verticaux, de l'anticlinal complet de la montagne de Rus, dont la clive du Verdon, traversée par la route de Demandolx, montre clairement toute l'anatomie intérieure : à l'E. de la route, vers le haut des barres, le visible débouché du synclinal crétacé de *la Bastide*; à l'W., la crevure qui met à jour, derrière la carapace verticale du Tithonique, la superposition imbriquée des bancs marneux du noyau évidé.



FIG. 4. — COUPE III, PAR LA JABI.

A aucun moment, entre le Verdon et le ravin de la Jabi, la grande ligne de discontinuité ne cesse d'être jalonnée par le Crétacé, qui, plaqué sur l'une et l'autre lèvres de la faille, peut bien donner prise, par places, à l'auto-suggestion du recouvrement, mais sans que cela puisse résister à un examen suffisamment proche ou à un raisonnement suffisamment indépendant. L'allure même de mes contours périelinaux, sur la lèvre N. de la faille, n'a rien de schématique : sauf peut-être pour l'amincissement terminal, qui correspond plutôt à un enfouissement progressif qu'à un étirement, c'est la traduction pure et simple de ce qui se peut suivre sur le terrain, soit qu'on parcoure la crête qui porte l'ancienne ferme, devenue maison forestière, ou l'un ou l'autre de ses flancs.

Ne voulant pas faire œuvre spéciale de critique, mais seulement de vérité, je n'insisterai pas sur les illusions ou confusions qui ont pu masquer si étrangement des réalités si nettes : mais je ne puis m'empêcher de déplorer la néfaste intervention de la puissance des mots contre l'évidence des choses, quand je constate que les excursionnistes de 1895, ayant ramassé quelques fragments de ce gypse, qui, en réalité, pouvait mettre sur la

piste, vers l'W., de toute la ligne de fracture, alors que « sa position entre le Jurassique supérieur du recouvrement et le Néocomien » paraissait « assez extraordinaire », tout se soit terminé par cette phrase : « Il pourrait s'agir d'un lambeau taillé dans la zone de discontinuité¹ ».

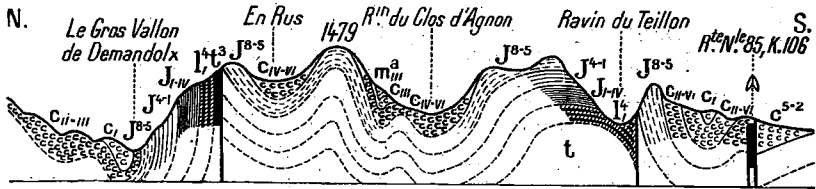


FIG. 5. — COUPE IV, A L'E. DE LA GARDE.

Je dois convenir cependant que moi-même, une fois fixée la trace de la grande dislocation, je n'eus plus le courage de faire l'ascension du sommet de *Dessus Baou*; à seule fin de vérifier le dire d'un berger, comme quoi, là-haut, il y avait des « étoiles de Saint-Vincent ». Mais je serais bien étonné que cela modifiât notablement mon contour, établi sur d'autres pointements, plus à portée. Je préférerais utiliser mon temps pour les observations de structure; et c'est ainsi qu'intrigué par une petite encoche synclinale bien visible sur la crête de La Blache et qui me paraissait, par sa correspondance avec une apparence analogue des bancs du Jurassique inférieur à leur traversée du gué sous la Jabi, indiquer, peut-être, un retentissement lointain du profond creusement de la vallée alpine de La Garde, j'allai découvrir, tout au contraire, dans un mouvement très net de rentrée du Tithonique sur la retombée orientale de la montagne, un témoin évident de l'ancien synclinal pyrénéen, disparu présentement dans les ravinements de la partie occidentale des marnes de La Blache, mais conservé encore dans le haut du plateau soulevé du Villars (coupes IX, XIII, XIV) et qu'on peut retrouver dans les mouvements du Crétacé entre le Verdon et Demandolx (coupe IV).

12. *La Lagne* (coupe IV). — Dès ma première visite à la longue vallée qui descend de l'E. vers La Lagne, et qui paraissait bien justifier l'aspect de synclinal simple que lui donne la Feuille, j'avais été surpris de rencontrer, au lieu dit *La Bergerie*,

1. B. S. G. F., loc. cit., p. 933.

une résurgence de Tithonique, que la régularité de son litage aurait déjà défendu de regarder comme « tombé » de l'un des bords redressés du synclinal encaissant, si un examen plus attentif ne l'avait montré tout enduit des granulations siliceuses de bancs caractérisés de poudingue tertiaire, analogue à celui qui sert de base au Nummulitique de Taulanne-Brayals. Aussi cela m'engagea-t-il à examiner de nouveau, d'un peu plus près, d'autres bancs de Jurassique supérieur que j'avais remarqués près de la chapelle de *Saint-Pons*, mais que leur contiguité avec un poudingue d'aspect plutôt récent m'avait décidé finalement à couvrir de la commode formule des « accidents secondaires », des « paquets tombés », pernicieuse dispensatrice de toutes recherches ultérieures. Or, quand je revins, une petite exploitation, ouverte sous la chapelle même, me montra tout de suite qu'il s'agissait de bancs *en place*, parfaitement lités, du calcaire à silex supérieur, donc d'un second jalon anticlinal au milieu du Crétacé.

Procédant alors à une inspection minutieuse des environs, j'aperçus, dans le mur de soutènement du chemin qui débouche sur la route nationale au pont du vallon de La Lagne, des plaquettes jaunes micacées que leur aspect spécial ne permettait pas de confondre avec le Cénomancien voisin, tandis que cela rappelait tout à fait les dalles minces des « grès du Vit ». Mais d'où cela pouvait-il bien venir? D'un peu plus haut, m'assura-t-on, derrière la *Villa Muraire*, la plus orientale du hameau. Et, en effet, de gros bancs jaunes se montrent là, certainement point crétacés. Il fallut cependant chercher assez longtemps avant d'y trouver les Nummulites caractéristiques. Et enfin, s'il avait pu subsister un doute, il eût pris fin en remontant le vieux chemin de Soleilhas, qui, bientôt, entame de gros bancs fissiles tout pleins des empreintes végétales rubigineuses typiques de certains bancs du Vit. Même je pus me rendre compte ici, mieux que là-bas, que certaines empreintes, épaisses et branchues à la manière de tiges, qu'on voit souvent traverser perpendiculairement les lits de stratification comme des galeries de vers percées dans le sable, montraient ici parfois, sur la section aplatie de leur moulage solidifié, l'apparence de véritables imbrications spiraloïdes bractéiformes rappelant les tiges de certains végétaux cryptogamiques.

Il est donc indubitable qu'il y a ici, à mi-côte de ce versant qui, malgré la protubérance du Tertiaire, avait toutes les apparences d'une simple retombée anticlinale, un important témoin du passage d'un axe synclinal nummulitique; je l'ai en effet

retrouvé plus loin, à l'W. de la bergerie de *Tambalonne*, où l'interminable manteau d'éboulis qui rend tout à fait décevante jusque-là l'exploration de ces pentes, laisse voir des bancs de marnes avec lits de grès en plaquettes, qu'avant de les toucher, on jurerait, de loin, crétacés.

Mais une autre surprise était réservée à l'exploration de ces parages qui paraissaient à peine dignes d'attention. Dès le bas de la montée qui conduit à la Villa Muraire, on aperçoit une haute et étroite tranchée creusée entre deux bancs absolument verticaux, alignés dans l'axe W.-E. de la vallée, l'un au N., d'une marne dure feuilletée, un peu glauconieuse, l'autre au S., d'un grès compact en miches couvertes de vermiculations ferrugineuses en saillie, tous deux, ainsi que le sable vert foncé extrait de leur intervalle, avec quelques rares petites Bélemnites, ayant les caractères d'un Gault certain. Une seconde exploitation, plus haut, dans le même alignement, montre qu'il ne s'agit pas d'un accident négligeable et m'a fourni les éléments d'un tracé d'autant plus imprévu qu'auparavant j'hésitais à rapporter à l'Aptien les marnes sans fossiles qui, formant le flanc gauche du ravin au-dessus du pont de la route nationale, ne paraissaient pourtant pouvoir être attribuées à aucun autre niveau du Crétacé.

D'ailleurs, étant donnée la rareté des apparitions effectives du Gault dans les environs, celle-ci méritait d'autant plus d'être citée, qu'elle justifie l'emploi général fait, sur la Feuille, de la notation c^{5-1} , qui en présume, ailleurs, la présence réelle.

13. *Sarage. La Palud.* — Si La Blache (§ 9) paraît avoir été primitivement la continuation du haut plateau de Villars, il est certain qu'elle est aujourd'hui, orographiquement, la suite de la crête de Sarage, surgie exactement dans le mouvement alpin de Destourbes, mais raccordée de force au mouvement pyrénéen de l'obstacle transversal infranchi. Il ne s'agit, d'ailleurs, toujours que d'un soulèvement de « flanc normal » le long d'une cassure, avec abandon souterrain, sans trace d'étirement, ni presque de déformation, de la portion de nappe qui continue à servir de base au compartiment tectonique voisin. La ligne de fracture, dont la rectitude n'est altérée, soit par déviation, soit par rebroussements, qu'au passage des mouvements transversaux, est partout jalonnée par les apparitions, souvent en grandes masses (mais, même là, sans « chevauchements »), du Gypse, dont la continuité, comme nappe stratigraphique, proteste contre la qualification courante de « lenticulaire », tandis que sa struc-

ture rubanée atteste partout la violente trituration de sa pâte cristalline dans son rôle semi-fluide de piston hydraulique (v. § 6 et 28), ayant agi de bas en haut, vers le N. E., en sens opposé de ce qu'aurait pu être une action tangentielle unilatérale, qui n'a laissé ici aucune espèce de traces.

La terminaison N. W. se fait périclinalement de la manière la plus régulière, et les multiples érosions visibles aux environs de *la Basse-Bastide de Deboïdes*, montrent, souvent à des altitudes bien supérieures au gypse, le Crétacé, dont on pourrait, sur la carte, être tenté de faire un *substratum*, alors que, ailleurs, dans *le ravin de Sionne*, par exemple, on le voit dressé nettement en placage vertical d'argile grise au devant du haut front de gypse bariolé.

Le raccord avec La Blache se fait par un étalement progressif des contours du Jurassique jusqu'au Cheiron, diagonale créta-cée du grand parallélogramme de discontinuité, dans l'angle méridional duquel les ondulations de la plaine de La Palud marquent la déformation des plis anciens, du système pyrénéen, par le raccordement obtusangle du principal d'entre eux avec la turgescence alpine, dont la brusque retombée donne passage aux lacets de la montée de Sionne, sur un noyau périclinal de Lias et Trias.

Les premiers géologues qui observèrent la contrée avaient été déjà frappés de l'allure « en fond de bateau » de la dépression de La Palud ¹. Mais ils avaient eu la sagesse de se borner à la constatation, laissant le champ ouvert à d'autres recherches, au lieu de s'arrêter, ainsi qu'il fut fait plus tard ², à des explications qui n'en sont pas : « soit aux érosions, soit à une sorte d'écoulement des marnes jurassiques, soit peut-être à un abaissement des couches tithoniques, qui serait en rapport avec une rentrée du Néocomien, qu'on peut observer au col. » Encore ceci est-il une constatation de fait. Quant à la cause, elle n'a rien de purement local, accidentel, mais elle est apparemment en connexité avec l'ancien passage par cette plaine du synclinal médian du plateau de Villars-Brandis (§ 18) et de celui qu'a remplacé la ligne de fracture actuelle qui va du *col de la Combe* à Chasteuil. Sans doute le premier (v. la fin du § 11) déterminait-il, sur le flanc S. de La Blache, à la place de l'énorme déhiscence actuelle des marnes noires, une ondulation secondaire, biaise par rapport à la crête actuelle et présentement masquée, mais sou-

1. VÉLAIN. Course du 16 septembre au Cheiron et à Lauppe, *B. S. G. F.* (2), XXIX, 1872, p. 719-723.

2. *B. S. G. F.*, 1895, p. 935.

De l'un des tournants supérieurs de la montée de la route nationale vers Sionne, le coup d'œil, plus lointain, mais plus plongeant; confirme nettement cette structure de demi-ovoïde entr'ouvert, où les différences de friabilité et de contour isolent si bien, à l'intérieur, les diverses couches imbriquées du Jurassique au grand complet que les contours de ma carte sont comme le calque de ceux que donne la photographie.

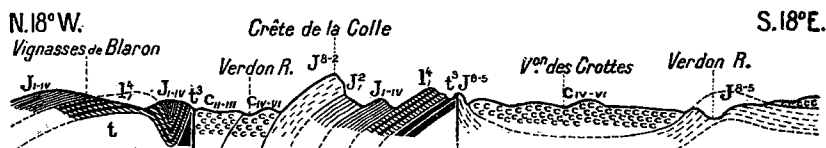


FIG. 7. — COUPE VI NORMALE A L'AXE DE L'ACCIDENT DE CASTILLON.

Dans la coupe d'un « dôme déversé et étiré de son flanc inférieur », on obtiendrait bien un « flanc normal » moyennement incliné au N., et un « flanc étiré » vertical. Mais cela serait de la théorie pure : moins que cela, graphisme pur. Pratiquement on se demande comment, sous la moindre « poussée » horizontale, un mur si mince eût gardé son équilibre au devant d'une masse aussi énorme, s'il n'eût été appuyé, lui contre elle, et non elle sur lui (cf. § 6). Tandis que rien n'étonne plus si l'on considère cette masse comme une boursouffure soulevée de bas en haut, en arrière d'une rupture frontale, par pivotement le long de l'attache septentrionale, redressement périclinal des adhérences latérales et entraînement vertical d'une petite partie de la lèvres inférieure, le tout sous la poussée ascensionnelle, à réaction hydraulique, du contenu pâteux, dont les parties les plus profondes, bien loin de s'avancer *sur* un substratum, ne sont même pas venues au jour : les marnes vertes triasiques sont bien apparues, mais le gypse semble être resté en arrière, dans son trajet d'émergence, au dos du mur vertical tithonique-crétacé.

*
* *

Amené aux conclusions précédentes par la seule force du raisonnement sur un cas particulier, bien observé, j'ai eu la satisfaction de découvrir après coup que des conclusions toutes semblables avaient été suggérées anciennement à un maître tectoni-

cien par des faits tout analogues (ou du moins, qui m'ont paru tels) observés en Tunisie¹.

Quoique rien, dans le texte ou les figures de la note, ne permette de croire que les discontinuités frontales, fréquemment observées sur les dômes tunisiens, aient la netteté du mur *vertical* de tithonique dressé derrière le château de Demandolx, l'auteur ne songe pas à attribuer la formation d'un dôme en général, et de ceux de Tunisie en particulier, à autre chose qu'à une « surrection », au cours de laquelle « tantôt certaines couches, et en particulier les couches marneuses ont été laminées... ou sont restées en profondeur ; tantôt ce sont les couches rigides qui ne se sont pas prêtées au plissement et se sont rompues, donnant lieu à d'importantes fractures... d'où résulte une apparence de faille d'affaissement ». Le même auteur, tout récemment dans son grand œuvre², précise encore le point de vue : « il est des cas, dit-il, où l'on doit admettre que c'est un mouvement de surélévation qui s'est produit après rupture, d'un côté de la faille, tandis que l'autre côté restait en place. C'est évidemment de cette manière qu'il convient d'interpréter la formation des dômes entamés sur un de leurs côtés par une faille. Dans ces accidents, très fréquents en Tunisie, le mouvement de surrection a été accompagné d'une rupture suivant le plan de symétrie, de sorte que l'une des moitiés du dôme n'a pas suivi le mouvement ascensionnel de l'autre moitié ».

N'est-ce pas exactement notre cas ?

Or, si le relèvement vertical du Tithonique au devant du Trias apporte un *a fortiori* de plus en plus irrésistible au mécanisme du « soulèvement », contre l'hypothèse d'une « poussée horizontale », comment voudrait-on que ce qui est vrai ici ne le soit plus à un kilomètre au N. ou au S., et que les barres de Lauppe et de La Blache puissent être dues à une autre force que celle qui a opéré, entre deux, à Castillon ? A-t-on jamais vu, autrement que par un intermédiaire physique, une force horizontale donner une composante verticale ? Et si l'intermédiaire, en Tunisie, comme en Provence, comme partout, n'était pas le magma liaso-triasique, pourquoi serait-ce toujours au niveau de celui-ci que s'arrêterait, sans exception, comme dans un jeu réglé de soupape de sûreté, la mise au jour maximale des niveaux inférieurs ?

Sans doute pourrait-on objecter que le dôme de *la Colle de*

1. EMILE HAUG. Sur quelques points théoriques relatifs à la géologie de la Tunisie. *A.F.A.S.* (St-Étienne, 1897), XXVI, 1898, p. 366-376, 2 fig.; v. p. 371.

2. EMILE HAUG. *Traité de Géologie*, 2^e tir., 1908-1911, II vol., 2024 p., 485 fig., 135 pl.; v. p. 349.

Castillon, malgré son allure pyrénéenne, n'a peut-être été qu'une simple exagération alpine d'un léger bombement préexistant. Mais n'avons-nous pas, contre la nature « tangentielle » de la poussée alpine elle-même, outre les objections déjà formulées, le témoignage d'un autre dôme, celui, bien droit et complet, de *St-Vincent* (v. § 23) ? Et enfin le relèvement, sur sa bordure, d'une portion de surface libérée sur une certaine étendue, le long d'une faille, ou préexistante, ou préparée par un maximum antérieur de courbure, ne semble-t-il pas, mécaniquement, encore plus facile à concevoir que l'incurvation de force d'un bord seul d'étroite boutonnière, rigidement bridé à ses extrémités ?

*
* *

Dès lors, y avait-il bien utilité à chercher plus loin la raison d'être du raccordement par *encoches*, ou points de rebroussement, des deux extrémités du mur frontal avec la coque enveloppante, comme on le voit, d'une manière frappante, à l'W., où se détache ainsi le sommet du *Brec*, et à l'E., où l'avancée d'abrupts tithoniques porte, en dessous des ruines du château médiéval, celles du village dit encore *Ville*, quoique réduit presque à rien ?

Ce qui m'incita à cette recherche, alors que tout était encore à chercher à cette place, ce fut l'évidente correspondance de l'encoche W., telle qu'on l'observe sur le flanc S., avec une autre, encore plus accentuée, du flanc N., celle-là même qui, au ponceau du chemin particulier de *Castillon*, amène à se toucher, jusqu'à se confondre, le Néocomien périphérique et le Séquanien-Oxfordien nucléaires. C'est bien par de telles correspondances d'*encoches* sur les deux flancs d'une saillie anticlinale résistante que se marque la traversée d'une ride synclinale postérieure, n'ayant pu aller jusqu'à une division ou un ensellement profonds¹. Justement s'apercevait, en dessous de l'encoche méridionale, un lambeau de poudingue concret et lité, d'apparence toute tertiaire, pas du tout récente, bien distinct du poudingue quaternaire, à gros éléments, du bord de la route. Trop restreint pour pouvoir être inscrit sur la carte, n'était-ce peut-être point un « jalon synclinal » ?

Mais ce fut en vain que je cherchai sur le terrain, soit dans une déviation des axes anciens de La Palud, soit dans une pro-

1. Le fait m'avait bien frappé, dès mes premières études tectoniques détaillées (Esquisse géotectonique de la commune de Mons, Var. *Bull. Soc. d'Etudes scient. de Draguignan*, XX, 1895, p. 225-320, pl. 1-11 ; v. p. 274, 278).

longation du synclinal alpin de La Garde, les marques sûres d'un retentissement aussi lointain. Et il me paraîtrait à présent bien superflu de chercher davantage, puisque les deux encoches méridionales trouvent dorénavant, dans la genèse même de tout l'accident, leur explication presque nécessaire, et qu'il ne saurait paraître bien surprenant qu'au cours de la surélévation et du bombement septentrional, une craquelure de haut en bas se soit produite dans la croûte jurassique, de préférence au voisinage de l'un de ses points de courbure maximale.

Pour une fois, donc, j'accepterai comme « accidents locaux » ces accidents de l'accident de Castillon, sans plus me demander si l'accident tout entier, évidemment très localisé, est bien aussi « local » qu'on l'a dit, sans rapport aucun avec l'axe de soulèvement de Berbené, du sommet de *Pré Chauvin* (1743) et de certaines ondulations de l'arête de Sarage et du plateau de La Baume.

Passons à l'étude de celui-ci.

15. *La Baume* (coupes VI, VII). — Cité autrefois comme une singularité¹, le raccordement à 120° de la faille de La Baume avec celle qui, par Lioux, arrive de Gévaudan, doit nous paraître d'autant plus naturel que cet angle est à peu près juste celui des deux seules directions orogéniques dont l'influence s'est révélée dans tout le champ de nos observations. Aussi sera-ce sans étonnement que nous verrons ce raccord se répéter par deux fois en zig-zag, une première fois autour de l'intumescence de *la Colle de Castillon*, puis au N. de Demandolx, donnant partout à la courbe rectifiée sa franche signification de grande ligne de fracture en place, plutôt que de vague bord de nappe chevauchante qu'elle a pris sur la Feuille de Castellane, où la réduction indue de plus de moitié de la large zone des marnes noires du pied de la barre de La Baume n'a pas suffi à rendre vraisemblable le « retour de flanc inférieur » nécessité par l'assimilation de ces marnes, en réalité aptiennes, avec celles du milieu du Jurassique de la montagne de Läupe.

Sans doute l'apparence de continuité des unes avec les autres à travers les interruptions de la barre frontale du Lias, qui passe juste derrière le hameau de La Baume, est telle, surtout à l'W., au pied du *Castelard*, et à l'E. à mi-chemin entre La Baume et Blaron, qu'il faut y regarder de bien près pour se défendre contre

1. A. GARNIER. Sur les principales failles de la région de Digne et de Castellane. *B. S. G. F.*, (2), XXIX, 1875, p. 738-747, pl. x-xi; v. p. 742.

une identification. Mais, d'une part, la Feuille ne porte pas trace de ces apparentes communications, mettant en contact, du haut en bas de la barre, deux horizons minéralogiques si parfaitement ressemblants, et puis, n'était-ce pas une incitation à rechercher, même rare, le critère des fossiles ? Ceux-ci ont justifié pleinement le jugement des premiers observateurs locaux ¹ et démontré qu'il fallait rendre ces marnes inférieures à l'Aptien, dont le contour descendant presque jusqu'au ravin de *Descouère* et à la frontière de la commune de Castillon (bergerie de *Chiousse*) rentre tout à fait dans l'harmonie de ceux qui lui sont subordonnés.

Mais les froncements perpendiculaires à la direction de la barre ont produit, là même où ils n'allaient pas jusqu'à la disparition des bancs infra-marneux, des ravinements montrant des coupes naturelles, d'autant plus intéressantes, que, sans elles, on eût été porté à attribuer à ces bancs le pendage, peu différent de l'horizontale, que suggère habituellement la vue du parallélisme des tranches dans les sections verticales, et qui n'entre pas pour peu dans l'illusion optique des chevauchements tangentiels. Or, soit qu'on examine le ravin du *Nid de l'Aigle*, à l'W. de La Baume, ou celui de *la Moulière*, à l'W. de Blaron, tous deux montrent le front de la barre constitué par un plissement aigu, en V bien droit, raccordé au N. par un genou anticlinal, à des bancs à faible plongement septentrional, tandis qu'au S. la branche remontante du synclinal forme elle-même la paroi de l'abrupt.

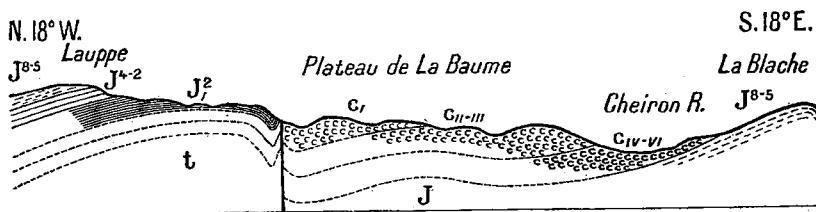


FIG. 8. — COUPE VII (EN PROLONGATION DE LA COUPE II). — ALLURE FRONTALE DE LA BARRE DE LA BAUME.

Par places, et cela n'est point pour nous surprendre, cette moitié antérieure du pli, rompue à la charnière, a disparu, et le front de la barre est alors formé par la retombée presque verticale des bancs durs du Lias siliceux, ôtant toute prise à l'apparence de déversement des autres bancs, vus d'en bas. Mais, au fur et à mesure qu'on avance vers l'E., l'axe du petit synclinal frontal s'écarte de plus en plus du plan de rupture, et lorsqu'on

1. GARNIER. *Op. cit.*, B.S.G.F. (2), XXIX, p. 721, 743; etc.

arrive en vue du Verdon, on trouve sur le bord W. de la profonde coupure de l'érosion N.-S., l'axe anticlinal supérieur marqué par un ravin profond, et le relèvement de la lèvre synclinale inférieure — que nous nous gardons d'appeler « flanc normal » d'un anticlinal fictif — montrer jusqu'à son Trias gypseux, en contact très anormal, et peut-être, là, mais point sûrement, un peu débordant, au-dessus du Néocomien voisin, fortement plongeant au N. Tous ces bancs, d'ailleurs, passent de l'autre côté du Verdon, les premiers pour y dessiner, à travers d'immenses ravins, une très visible descente synclinale, en continuation de celle qui vient de Blaron, les autres pour former le revêtement continu du remarquable soulèvement ellipsoïde de la *Colle de Castillon* (§ 14).

Je suppose que c'est ce mouvement qu'a voulu désigner M. Zürcher¹ en parlant de la « persistance de la disposition synclinale de la croupe terminale de Lauppe... continuée, de l'autre côté du Verdon, par l'avancée que forment, vis-à-vis, le Jurassique moyen et le Lias ». Mais les coupes, purement anticlinales, auxquelles il renvoie (pl. III, 1) n'en donnent pas la moindre idée, étant d'ailleurs faussées par l'attribution des marnes aptiennes au Bathonien et par l'adjonction de Jurassique supérieur qui n'est visible ni sur le terrain, ni même sur la Feuille.

Ce qu'il y a surtout à retenir des coupes réelles, bien visibles sur le terrain, c'est que, même sur ce bord de nappe relevée, où les plissements n'ont guère pu porter que sur de faibles épaisseurs des couches inférieures, non maintenues vers le S. et ayant toute facilité pour s'y déverser, aucune trace de dissymétrie n'apparaît dans le synclinal marginal placé au devant d'un genou anticlinal, qui prêterait plutôt, avec son flanc supérieur presque horizontal, l'autre presque vertical, en marche d'escalier, à l'interprétation d'un commencement de déversement. Rien, dans la réalité, ne permet d'attribuer plausiblement cette forme à une poussée plutôt tangentielle que verticale, tandis que le bon sens le plus élémentaire oblige à se demander comment se serait maintenue droite sous une poussée horizontale, la très fragile épaisseur des bancs de Lias siliceux, n'ayant par dessus et par dessous que des masses molles de bancs tout marneux.

16. *Lioux*. — Tectoniquement comme orographiquement, la barre de La Baume se continue, par un détour presque à angle droit, avec celle qui passe à l'E. de Lioux. Peut-être eût-il été

1. *Op. cit.*, Bull. Carte géol., VII, p. 318.

19 janvier 1916.

Bull. Soc. géol. Fr., XIV. — 33.

profitable de la suivre sur tout son trajet et spécialement à son contour au delà du *Castellard*, où, à l'extrémité de la nappe des marnes noires inférieures, au contact même des supérieures, la trouvaille de quelques Ammonites pyriteuses, corroborant celle, déjà faite ailleurs, de la petite Bélemnite aptienne, m'édifia définitivement sur la distinction à établir avec les bancs similaires du dessus de la barre, qui donnent des Ammonites jurassiques. Mais les conditions saisonnières n'ayant pas permis plus de quatre visites sur le haut plateau de Lioux, tout ce que j'en dirai c'est que, borné au S.W. par une grande faille parallèle à l'autre, il paraît tout formé par un haut anticlinal droit de Crétacé inférieur (coupes XVII-XVIII), flanqué d'Aptien sur ses deux bords et paraissant continuer le mouvement alpin de Sarage, auquel semble encore faire pendant, en dehors de notre cadre, symétriquement par rapport à un axe perpendiculaire aux plis, passant par Lioux, une autre terminaison périclinale, de sens inverse, reproduisant aux environs de *Font Chaude* et du *Gipas*, les mêmes dispositions relatives du Trias et du Crétacé que montre notre carte aux environs de *Deboïdes*, et remettant ainsi bien dans le mouvement, jusqu'à Gévaudan, les contours baroques et déconcertants de la grande tache triasique de la Feuille.

Mais pourquoi sortir du champ précis de nos observations figurées? Il nous faudrait plutôt, procédant par contiguïtés, passer à la description, particulièrement intéressante, des environs de Senez. Mais cela nous ferait tomber en plein domaine tertiaire, en liaison intime avec Brayal-le Vit-Taulanne, point de départ de toute notre étude. Achéons donc, avant de fermer le cycle, la description tectonique de l'ambiance, à l'étude de laquelle nous poussa le désir d'arriver à *comprendre ce bassin récent, si tourmenté.*

17. *Chasteuil* (coupe VIII). — De la cuvette même de Chasteuil, à remplissage crétacé, il n'y a pas grand' chose à dire, sinon que d'origine et de direction pyrénéennes, elle ne montre guère que des pendages alpins. Même la discordance de ceux-ci avec leur bordure jurassique est frappante en maints endroits; notamment au N. de *Quelle*, où elle montre clairement comment le même mouvement alpin qui marquait facilement son empreinte sur les bancs argileux du Néocomien, n'arrivait souvent à entamer que par des déchiquetures frontales plus ou moins profondes l'ossature jurassique résistante des plis préexistants.

Ce n'est qu'au N. E. du village de Chasteuil qu'un mouvement synclinal beaucoup plus intense, venu des au-delà de Blieux, se

heurter à la grande barre de *Berbené*, a réuni par une gorge profonde les deux anciens synclinaux crétacés parallèles du haut et du bas plateau, en gauchissant d'une manière tout à fait remarquable les bancs du Jurassique supérieur, pour les amener de leur direction pyrénéo-provençale et de leur pendage au S. E., à une direction presque orthogonale et à la verticalité presque absolue (§ 18).

Ce massif de *Berbené* montre d'ailleurs, avant de retomber au S., presque vertical, derrière *Chasteuil*, une autre ondulation synclinale, séparée de la supérieure, sans discontinuité, par un plissement vertical du Tithonique, dont les parois en miroirs ont reçu, vers le haut du ravin de *Coumboune*, au lieu dit *Roche inscrite*, des peintures à l'ocre rouge rappelant les gravures préhistoriques du *Lac des Merveilles*, mais compliquées d'emblèmes phalliques, probablement postérieurs.

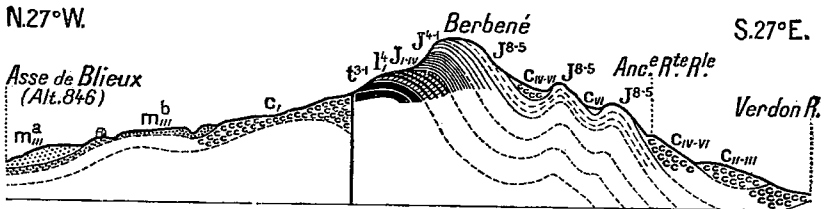


FIG. 9. — COUPE VIII, A L'W. DE CHASTEUIL.

N'ayant pu, à mon grand regret, parcourir que la crête et pas la chute au N. de la barre de *Berbené-Pioulet*, je ne saurais me prononcer sur la réalité de la « superposition de deux plis couchés vers le Nord » signalée à cette place, de loin, aux excursionnistes du 24 septembre 1895¹. De tous les postes, plus proches, d'où j'ai eu l'occasion d'examiner, à de multiples reprises, cette barre, même sous ces premières chutes de neige qui dessinent admirablement les lignes de relief, elle ne m'a paru nullement présenter « une double série sédimentaire », mais exactement la même que sa voisine du *Trou de l'Ours*. C'est néanmoins avec réserve que j'en donne la figuration simple qui m'a paru la plus réelle, tout en notant que l'autre interprétation m'eût fourni un *a fortiori* contre la présomption d'une « poussée tangentielle », qui serait ici en sens inverse de celle que devraient faire admettre presque toutes les autres barres de la région, même celle, toute voisine, des *Chaises de Brandis*.

1. B.S.G.F., (3), XXIII, 1895, p. 908.

18. *Villars-Brandis* (coupes IX. à XIV). — Mais le morceau de la carte qui, ramené à sa *figuration vraie*, devient le plus démonstratif en faveur du mécanisme *per ascensum* de certains déplacements, est certainement le haut plateau formé par la partie orientale de la commune de Chasteuil et la totalité de la commune de Villars-Brandis. Malgré l'impossibilité à laquelle je me suis heurté d'y trouver une résidence et même de m'en procurer le plan cadastral, je l'ai assez souvent abordé, soit de Castellane ou de Chasteuil, ou même de Taulanne, pour arriver à me rendre compte, avec une certitude suffisante, de la simplicité relative d'une structure qui semblait, d'après la Feuille, bien difficile à comprendre.

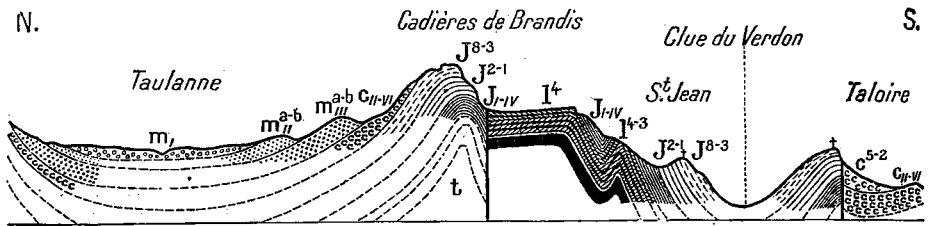


FIG. 10. — COUPE IX. — HAUTS PLATEAUX DE TAULANNE ET DE BRANDIS.

Il s'agit, en réalité, d'un morceau à peu près rectangulaire du plancher primitif, qui, traversé dans le sens de sa longueur, par deux anticlinaux et deux synclinaux profonds, de l'époque pyrénéenne (coupes IX et XIV), mais détaché par deux cassures dans l'axe des plis externes et mal retenu sur les bords E. et W., s'est trouvé soulevé, à l'époque alpine, presque dans son ensemble, mais plus intensément sur sa bordure N., où la rupture complète des bancs supérieurs du Jurassique, tout en laissant subsister, dans le haut, un chapeau bien caractérisé (coupe X) et, dans le bas (clue de Saint-Jean) un raccord presque continu avec le synclinal du Verdon (coupe XII), a permis aux bancs mêmes du Tithonique qui forment ce raccord, de passer brusquement d'une position horizontale à une complète verticalité, en se gauchissant à plus de 90°, de la direction W.S.W.-E.N.E. à la direction N.W.-S.E., pour encaisser, comme dans les parois droites d'une boîte, les unes en discontinuité complète, les autres en simple flexure, les fonds remontés des plis anciens, coupés presque à angle droit.

Quand on examine, en suivant de Chasteuil à Saint-Jean la vieille route royale, ou encore dans le haut du ravin de Berbené, ce mur vertical de Tithonique, doublé d'une petite épaisseur

bancs moyens, provoqué par un bombement alpin; mais ce bombement lui-même, strictement emprisonné entre deux murs verticaux, ne saurait se concevoir, localement, comme un effet *direct* de striction tangentielle, tandis qu'il n'est pas un détail qui ne s'accorde avec l'intervention, conforme à ce que nous avons dit (§ 6), de la composante verticale, ayant soulevé en bloc le morceau tout plissé, au travers de son enduit crétacé ou tertiaire, demeuré comme appendu sur les bords (cf. § 5, *in fine*).

19. *Les Brayals* (coupes XI à XIII). — Pour bien se rendre compte de ces rapports du Jurassique avec son revêtement, il n'y a qu'à prendre pour point de départ la cabane forestière des *Ragis*, à l'extrémité du haut éperon tithonique qui pointe au N.-E. vers le bas de la vallée des Brayals. On voit là le Jurassique, plongeant presque vertical vers le N. W., recouvert d'une énorme masse de Crétacé argilo-schisteux concordant, ne montrant de fossiles qu'à la base, et dont le profond ravinement forme la gorge en amphithéâtre de *Brayal Gela*.

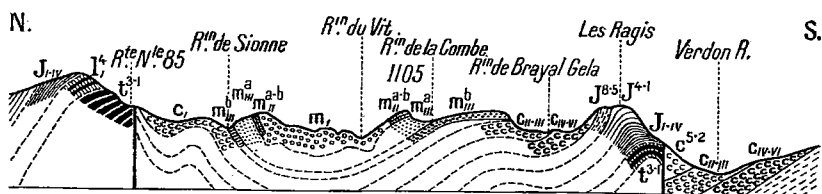


FIG. 14. — COUPE XIII. — SIONNE, LE VIT, LES BRAYALS.

Deux sentiers forestiers, dont l'inférieur est presque toujours rendu impraticable par de multiples interruptions, contournent la paroi de fond et montrent tous deux la permanence des strates crétacées, dont le pendage seul s'atténue, tandis que le Jurassique encaissant, toujours presque vertical, décrit au contraire un demi-cercle complet avant de reprendre définitivement la direction N. E., le tout en corrélation évidente avec le débouché des plis du plateau du Villars sur l'interruption transversale des Brayals.

Or, à l'endroit juste où le sentier supérieur entame le Nummulitique, d'abord détritique, puis marneux, puis grés-schisteux (v. § 20), il suffit de lever les yeux vers le haut de la barre jurassique, pour être frappé de l'aspect comme suspendu en discordance, sûrement retroussé plutôt que recouvert, du gros banc de grès jaune qu'on voit descendre de là vers le fond de la vallée

par un large mouvement synclinal, puis se relever anticlinalement au-dessus de la source de *la Prée*, tout contre une éminence liaso-triasique dont l'origine comme « flot de recouvrement » semblait bien difficile à rattacher aux altitudes ambiantes, tandis que sa qualification comme pointement intrusif se trouve doublement justifiée par sa position sur le prolongement de l'axe anticlinal du dôme de Saint-Vincent (§ 23) et par la présence, sur le sommet même, du poudingue et de la marne de base du Nummulitique (à moins qu'il ne s'agisse même du poudingue rupélien), évidemment remontés (coupe XI).

A vrai dire, l'apparente régularité de stratification synclinale de l'importante masse du Nummulitique, dans sa grande moitié occidentale, en dessous du sommet 1105 de la barre de calcaire siliceux à *Nystia Duchesteli*, rend d'autant plus difficiles à débrouiller les complications stratigraphiques produites, du côté du bord oriental, sur toute une série de bancs éminemment plastiques, allant du Crétacé inférieur au Nummulitique supérieur, par la superposition des violents mouvements alpins aux importantes ondulations antérieures, puis par le brouillage général de l'érosion aquitanienne.

20. *Le Vit* (coupes X et XIII). — En vain tentera-t-on d'attaquer la position par le N., en remontant le ravin proprement dit du Vit. Il montrera bien, d'abord, une superbe coupe, extrêmement détaillée, de tout le Lias et Trias, en bancs fortement relevés, plongeant vers le N. E. Puis, en dépassant un peu le point où la gorge, en plein gypse, se contourne vers l'W., on trouvera bien, dans les ravinements latéraux des marnes grises latorfiennes, les riches gisements fossilifères qui ont indûment fait étendre le nom du *Vit* — bergerie déjà assez écartée au N. — à la réapparition de ces marnes, beaucoup plus haut, de l'autre côté du sommet 1105, sur le versant S. de la crête, proprement dite de *Saint-Antoine*, puis aux éminences formées, des deux côtés du ravin de *la Combe* jusqu'au-dessus de Brayal, par les calcaires flyschoides, par places fossilifères, qui se terminent, en bas, par la grosse barre jaune, dite du *Grès de Castellane*.

Les calcaires en plaquettes qui forment presque tout le flanc gauche du haut du véritable ravin du Vit, y montrent un pendage très rapide vers le N., semblant attester le passage à cette place de l'ancien synclinal pyrénéen dont la prolongation à l'W. forme actuellement le pied des *Chaises de Brandis*, tandis que la dépression du col du Cheiron marque probablement le passage dévié de l'axe, que jalonne encore, plus sûrement, au coude infé-

rieur vers l'W. de la montée de la route 85 vers Sionne; le point de rebroussement très accentué de la grande ligne de fracture alpine de Sarage.

Mais aucune vue d'ensemble n'est possible dans ces fonds de vallon; et ce n'est qu'en essayant de coordonner, dans toute leur rigueur, la multiplicité des observations locales, que l'on arrive à en comprendre peu à peu le sens.

Ainsi, que dire d'un petit pointement de gypse, émergeant des marnes grises juste au gué du vrai sentier cadastral de la bergerie du Vit, et nettement séparé de la grande masse voisine du gypse triasique surplombant, par des argiles évidemment recouvrantes et non recouvertes? Ce n'est qu'après avoir reconnu que ces argiles, semblables, d'apparence, à celles, contiguës, des ravins fossilifères, en sont toutes différentes, aptiennes, au lieu de nummulitiques, et se poursuivent nettement, au N. et au S., le long de la grande ligne de discontinuité (coupes X, XI, extrémité E.); ce n'est qu'après avoir trouvé, parallèlement, en avant de celle-ci, tout un petit dôme allongé de Crétacé inférieur, émergeant, en languette étroite, de ce même Aptien, et marquant l'existence d'une ride anticlinale alpine très aiguë en bordure de la haute faille; ce n'est qu'en alignant le tout avec une autre saillie du Crétacé inférieur au *Collet-Redoun*; ce n'est que très tardivement que je compris que ce minuscule pointement de gypse, qui, sur le papier, pouvait si facilement jouer le « paquet tombé », y aurait, au contraire, si l'inscription en était possible, la signification précise de jalon d'axe anticlinal secondaire, tout comme son voisin plus éminent, qui marque, un peu plus au S., le passage de l'axe de Saint-Vincent.

Même les crêtes environnantes, toutes couvertes de poudingue rupélien, n'offrent guère d'enseignement. Ce n'est qu'en montant du côté de Sionne que reparaissent des choses intéressantes.

21. *Sionne* (coupe XIII). — Tandis qu'au N. du hameau la haute muraille de Crétacé supérieur contre laquelle s'appuie le Trias de la grande faille alpine s'entr'ouvre, pour laisser descendre jusqu'au niveau de la route, sous une rivière d'éboulis, une hernie de Jurassique inférieur, on voit partir exactement de ce point et descendre vers les maisons de *Sionne-Cadet* un banc du même calcaire lacustre siliceux qu'interrompt, au *Col de Lègue*, le ravinement de la « mollasse rouge » mais qui recouvre ici, comme partout ailleurs, quoique avec une moindre interposition de marnes, les grès en plaquettes, à Nummulites et fossiles tertiaires, dits « du Vit ».

Ensuite viennent, au bord même de la mauvaise descente de l'ancien chemin de Castellane, d'autres plaquettes jaunes, beaucoup plus calcaires, plantées verticalement au milieu d'argiles grasses, avec tout l'aspect du Crétacé, et, à première inspection, sans trace de fossiles. Heureusement, à force de les scruter et d'en faire éclater des morceaux, j'ai fini par y apercevoir, par nids, des quantités d'un Pélécy-pode, puis une grande Natices, dont le caractère tertiaire ne faisait pas doute. Enfin deux fragments de Cérithes, dont un extrait de la masse même, me prou-vèrent que j'étais sur un gisement antérieurement signalé par M. Zürcher « au voisinage du hameau de Sionne¹ », sans autre précision, et correspondant, malgré son aspect minéralogique différent, à la petite couche à Cérithes des marnes observables à la base du Nummulitique, au N. du *Haut-Brayal*, le long du canal de la *Prée*.

Mais fallait-il lui rattacher la grande épaisseur de marnes formant là les deux flancs du profond ravin de Sionne ? Cela paraissait d'autant moins indiqué que, presque tout de suite, on tombe dans des argilo-schistes évidemment crétacés inférieurs, semblables à ceux de la gorge de Brayal-Gela, et qui se suivent, au S. E., à travers les ravins, jusqu'à la bergerie du Vit.

Or ces marnes qui, sur le flanc S. W. de l'éminence schisteuse, sont vite submergées par la mollasse rouge, se poursuivent, au contraire, sur l'autre flanc, malgré un recouvrement momentané par le poudingue rupélien, plus loin même que les schistes. Arrivées au gué du sentier du Vit à Brayal, ce sont elles qui recouvrent très nettement le pointement de gypse dont nous avons parlé (§ 11), issu, très probablement, mais *ab infero*, non *per descensum*, de la barre triasique voisine ; puis elles se poursuivent par le col où est dressé le poteau du régime forestier, jusqu'au *Pilon* (oratoire) du sentier de Castellane à Brayal-le-Haut, tout autour du monticule de *Collet-Redoun*.

Que ces marnes représentent l'Aptien, comme il m'a paru devoir opiner, ou la base du Cénomanién, comme ce ne serait pas impossible, leur présence sur les deux flancs de la saillie allongée formée par les schistes inférieurs donne à celle-ci un rôle anticlinal qui semble en rapport avec la réapparition barrémienne du *Collet-Redoun*, dans l'angle aigu — nullement schématique, mais objectivement relevable en contour sur le terrain, — qui marque, en pendant à la gorge de Brayal-Gela, le passage ancien du synclinal venu de la clue de Saint-Jean, réduit, à partir

1. PH. ZÜRCHER, *Op. cit.*, *Bull. Carte géol.*, VII, 1895, p. 302.

d'ici, à l'état de faille, celle-là même dont l'existence, une fois reconnue (§ 10) explique simplement (§ 11) toutes les particularités du voisinage de la ville de Castellane, jusqu'à la Jabi. Tout se tient, dans la nature : il n'y a pas d'« accident local » et cette formule, si commode comme excuse à notre indifférence, ne devrait jamais servir que de stimulant à mieux voir, ou, au pis, de suprême aveu d'impuissance.

22. *Taulanne* (coupes IX, XIV-XVI). — La remarquable cuvette de Taulanne, avec son remplissage tertiaire largement étalé, semblait bien un des points où se dût le moins facilement reconnaître l'influence alpine. Et cependant il a suffi de remettre bien en place les contours pour montrer, dans la partie basse, bordure occidentale de la cuvette, l'évidente continuation de la partie synclinale de la fosse des Brayals, et dans l'anticlinal médian de celle-ci la prolongation du mouvement anticlinal, N. E.-S. W., largement dessiné, du dôme de Saint-Vincent (coupe XVI; cf. § 23), baigné au S. par un golfe aquitainien, avec, tout au fond, presque en contact avec le Crétacé et le gypse surplombants, quelques bancs verticaux de calcaire lacustre ligniteux, témoin perdu du Sannoisien, dont j'avais jadis trouvé des exemples plus au S.¹

Mais ce qu'il y a de plus intéressant, c'est la forme, déjà signalée (§ 6) de fer à cheval qu'affecte l'encadrement jurassique de ce haut plateau tertiaire. Orographiquement, on voit la barre du *Signal de la Combe* (point 1625), après avoir formé les singulières découpures turriformes dites *Cadières de Brandis* (coupe IX), se diriger vers le sommet de *Pré Chauvin* (1743 m.), puis se contourner assez brusquement, en s'abaissant, vers l'*oratoire de Saint-Pierre* (coupe XV). Mais si l'on suit, au lieu de la crête, le Trias de la base et ses pointements gypseux, on trouve la ligne de discontinuité constituée par le raccordement alpin de deux lignes de fracture pyrénéennes. Est-ce à dire que celles-ci préexistaient comme telles ? Rien ne permet de l'affirmer, et, bien au contraire, si l'on considère que l'une et l'autre de ces lignes sont prolongées sur leurs extrémités, par de simples axes de plis non rompus, il y a tout lieu de présumer que les ruptures — qui, d'ailleurs, se tournent le dos, — se firent ensemble et que la grande faille alpine a peut-être même déterminé les deux autres, suivant des lignes de prédisposition ancienne, lorsque la résultante verticale, appliquée sans doute vers le point 1743,

1. A. GUÉBHARD, Sur le bassin lacustre de La Roque-Esclapon. *B. S. G. F.*, (3), XXVIII, 1900, p. 323-325; v. p. 324.

tendit à faire basculer, comme une soupape, le long d'une charnière à surcharge tertiaire, ce morceau presque carré de l'écorce jurassique, qui nous montre aujourd'hui trois de ses bords inégalement retroussés.

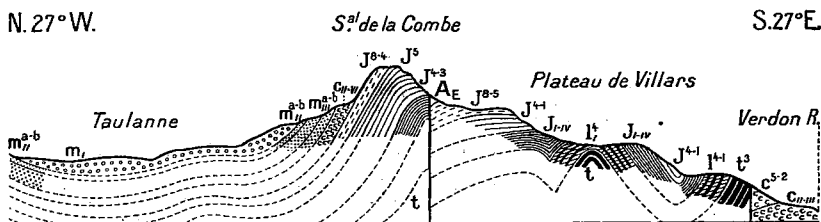


FIG. 15. — COUPE XIV, NORMALE AUX AXES PYRÉNÉENS DU PLATEAU DU VILLARS.

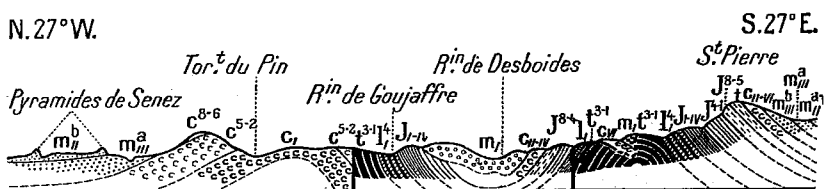


FIG. 16. — COUPE XV, CONTINUANT DE TAULANNE A. SENEZ, LA COUPE XIV.

Tandis qu'au S. les bancs presque verticaux du Jurassique supérieur montrent, soit à la crête, soit à travers les éboulis de la paroi méridionale le petit crochet de charnière anticlinale qui les raccordait à l'axe synclinal rompu, les fronts W. et N. ne laissent rien voir d'autre, de près ou de loin, que la nette brisure de la lèvre de faille relevée. Celle-ci s'abaisse même assez rapidement du côté de Saint-Pierre, où l'énorme coupure de la cluse permet d'observer, vers le bas du ravin, côté gauche, la subsistance, en dessous de la décoiffure jurassique supérieure, d'un noyau triasique complet, en forme de voûte droite (coupe XV), nullement déjetée, parfaitement dessinée par la bigarrure des marnes et des gypses aux couleurs voyantes, naguère encore exploités pour la blancheur saccharine de certain banc facilement accessible.

C'est le banc bariolé ordinaire de ce gypse, à petits cristaux feutrés, qu'on voit, sur l'autre rive, dans le talus de la route nationale, au km. 85,4 (coupe XV), tout comme, plus loin, à La Garde, km. 106, remonté jusqu'au-dessous du Néocomien, dont il n'a pu arriver à percer la coiffe résistante, qualifiée de

substratum par les faulements de chevauchements quand même.

Rien n'est pourtant plus net et d'une évidence plus matérielle que le recouvrement direct, à cette place, non pas du Crétacé par le gypse, mais du gypse, arrivé du fond du ravin, par le Crétacé descendu du plateau de *la Moulière* et surplombé par les conglomérats de l'Aquitainien. Rien de plus facilement compréhensible (coupe XV) que ces rapports anormaux d'un noyau de voûte ayant fait hernie, de bas en haut, à travers sa couverture rompue, en abandonnant successivement, au cours de l'ascension, les parties friables, mal étirables, de sa carapace frontale feuilletée, pour arriver, par émergence, au contact du revêtement crétacé, entraîné par viscosité dans ses parties molles, ou repris, comme dans une cuillère, dans la petite combe de rupture axiale de l'anticlinal en surrection.

Au lieu de cela, comment concevoir, même en mettant de côté toutes les impossibilités de l'orographie, et ne regardant les choses que sur le papier, comment concevoir, sur le pourtour de la cuvette de Taulanne des « chevauchements » en trois sens différents, dont deux opposés, d'une même nappe, d'un seul tenant, et dont on voit encore les attaches à l'arrière? Quel concept de champignon¹ formidablement ombiliqué, ne faudrait-il pas adapter à la circonstance? Et même l'erreur qu'a faite la Feuille de regarder la montagne de Saint-Vincent comme simple terminaison périclinale, comme « fin de pli couché, par relèvement jusqu'à la verticale, et ensuite atténuation rapide² », ne se retournerait-elle pas contre ce présumé déversement, survenu à rebours de la force déversante?

23. *Saint-Vincent* (coupe XVI). — En réalité la tectonique aussi bien que l'orographie font du dôme de Saint-Vincent une entité nettement détachée par une gorge qui, très profonde sur le flanc N. et assez marquée, sur le flanc S., pour déterminer dans la frontière intercommunale, une encoche angulaire très remarquable entre les points 1050 et 1561, n'est rien de moins que l'extrémité d'une longue faille alpine, allant de là jusque bien au N. de Senez, dans la prolongation du large mouvement synclinal qui, venu des au-delà d'Eoulx, a creusé la fosse des Brayals.

Vers la coupure, très visible de la route, km. 88, en haut, au N. d'une petite fontaine, on voit remonter en convergeant tous les

1. PH. ZÜRCHER, *Op. cit.*, Bull. Carte géol., VII, 1895, p. 319 et pl. III, fig. 2.

2. B.S.G.F., loc. cit., p. 913.

bancs crétacés et tertiaires du dessous de l'oratoire de Saint-Pierre qui, ensuite, par un contournement à 90°, prennent la direction alpine, plaqués, avec de très forts pendages, sur les bancs verticaux du Tithonique dominant le hameau des *Simon* de Taulanne.

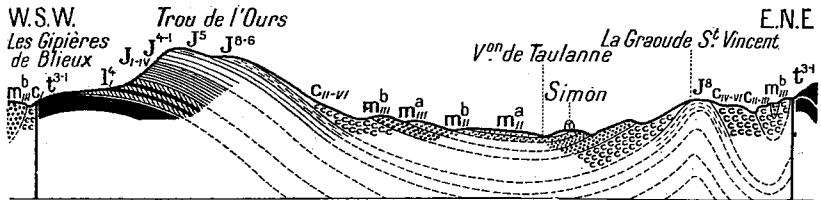


FIG. 17. — COUPE XVI, EN TRAVERS DE LA CUVETTE DE TAULANNE.

Ce Tithonique lui-même, assez lié avec celui de Saint-Pierre pour montrer qu'il faisait bien partie, autrefois, du même anticlinal, dirigé vers La Baume, montre à présent son indépendance en se repliant, toujours vertical ou à peu près, sur un plan d'ellipse allongée à grand axe alpin, et en formant ainsi, parallèlement à la montagne de Sarage, un dôme bien droit, nullement déversé d'aucun côté, sur l'extrémité conoïde duquel viennent s'imbriquer très régulièrement toutes les couches de bordure du bassin, jusqu'à leur rencontre transgressive avec la masse conglomératique de la mollasse rouge.

Au sommet, le dôme est déhiscent; mais il ne laisse paraître que les bancs du Jurassique le plus supérieur et se distingue encore ainsi nettement de la terminaison, doublement faillée, de la barre de Saint-Pierre, qui, jusqu'à la coupure alpine, présente au N. la série complète au-dessus du gypse, série dont on peut voir la brusque section normale former, en face de la rentrée N. des bancs tithoniques verticaux de Saint-Vincent, la paroi gauche du profond et rapide ravin qui marque le passage de la faille et prolonge sur le territoire de Senez la gorge visible sur celui de Taulanne.

24. *Vallée de Senez* (coupes XV et XVII-XIX). — La faille de Saint-Vincent, se dirigeant droit jusqu'au hameau du *Gipas*, de Senez, pour se relayer là avec une autre, dans la direction de Gévaudan, symétrique de celle de Sarage, est jalonnée de toute une série d'accidents triasiques dont la compréhension ne devient possible qu'après celle de la curieuse vallée synclinale, toute alpine, de Senez.

Quand on aborde celle-ci en venant de Taulanne, on est frappé né fût-ce qu'au point de vue pittoresque, d'apercevoir à droite de la route de grands cônes pointus d'une roche jaune. En approchant du premier, on constate bien vite qu'il ne s'agit que de la vue de tranche de l'extrémité effilée d'un long banc vertical rectiligne de grès nummulitique reposant sur des marnes grises, mêlées de plaquettes micacées, qui dessinent très visiblement, là, une charnière synclinale, et, plus loin, entre ce banc et celui qui se dresse avant le pont de l'Asse, une voûte anticlinale très distincte, qu'on pourra voir, ultérieurement, correspondre, un peu plus au N., à la voûte nummulitique classique de *Malvoisin*.

Le roc que l'on contourne au S. du pont n'est donc que la retombée W. de cet anticlinal, ou le flanc E. du synclinal dont on aperçoit de l'autre côté de la rivière, le relèvement parfaitement symétrique, et, au pont même, l'axe, un peu plus loin garni de poudingue rupélien.

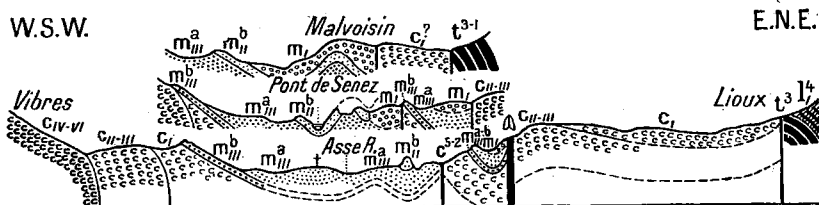


FIG. 18. — COUPE XVII. — PLS ALPINS DE SEZES.

En somme, voici deux synclinaux parallèles, de direction rectiligne rigoureusement alpine, l'un en forme de gouttière arrêtée au pont, l'autre réduit à son noyau vertical, l'un et l'autre formés du même grès jaune, tantôt compact, tantôt esquilleux, qu'on voit, avant la descente de Taulanne, couronner des marnes grises très analogues à celles d'ici. Et comme on a vu, tout le long de la route, ces marnes former les falaises de la rive gauche de l'Asse, et, sur la rive droite, venir se confondre sous les éboulis avec le Crétacé, il semble que tout soit dit.

Mais si l'on essaie de vérifier la coupe en suivant le vieux sentier qui monte à Lioux, à peu près exactement perpendiculaire aux axes alpins, l'on ne peut être qu'étonné, après avoir traversé le second synclinal du grès, puis une assez grande épaisseur d'argiles et poudingues de la mollasse rouge, de rencontrer d'abord un autre agglomérat, formé de graviers fins, agglutinés en gros blocs rongés de lithophages, côte à côte avec d'autres de Crétacé, évidemment remanié aussi à l'époque aquitanienne, le tout sur-

monté d'une nouvelle apparition d'un grès jaune nummulitique, subordonné et non plus superposé aux marnes grises, bien distinctes des argiles versicolores suivantes de la mollasse rouge qui mènent, à travers une apparition parfaitement caractérisée de Trias, gypse et cargneules, au pied d'un grand anticlinal de Crétacé inférieur.

Que penser de toutes ces singularités, surtout après que l'examen du dernier grès, qui forme, au N. du sentier, toute la paroi d'un énorme ravin, aura montré qu'il ne peut s'agir du même grès qu'on a vu plus bas, mais bien plutôt d'un équivalent de celui qui, à l'oratoire au N. de *La Maurelière*, ou sur le chemin de Blieux, au *Maurillon*, ou à Blieux même, supportant le village, s'est montré toujours au-dessus de conglomérats et au-dessous des marnes grises, comme représentant, à la base du Lattorfien, la grande barre de la source des Brayals, ou le « grès de Castellane » ?

La présomption ultérieurement se vérifia ; mais elle n'apportait point, sur le moment, la solution tectonique cherchée. J'eus beau multiplier les vérifications et scruter, à courte distance, du haut de la crête étroite que parcourt le chemin, les nombreux et profonds ravins qui en descendent ; je dus quitter la place, devant les intempéries de l'arrière-saison, sans en avoir eu le cœur net, mais résolu, à première occasion, à rechercher dans les ravins eux-mêmes la clef du mystère.

Revenu expressément pour cela en janvier, malgré la persistance des neiges, j'eus tout de suite une démonstration nouvelle de l'impossibilité qu'il y a, en de telles régions, de faire de la géologie digne de ce nom sans avoir examiné pied à pied, et plutôt trois fois qu'une, chaque mètre de terrain. Ce fut d'abord en vain que je parcourus à peu près toutes les pistes praticables de ce quartier du *Dégoutay*, qui, par des temps de dégel, avec ses argiles affreusement détrempées, justifie par trop son nom ; les éboulis du bas me dérobaient partout la partie intéressante de la coupe, simplement confirmée, dans le haut, par la terminaison en gouttière synclinale, à remplissage de marnes grises et de mollasse rouge, du Tertiaire problématique sur le Crétacé supérieur.

Mais enfin, m'astreignant à suivre la ligne de séparation, je fus amené un jour vers le haut de l'affluent droit inférieur du ravin principal, et là se révéla une coupe tout à fait inattendue. Tandis que la rive droite, assez basse, du vallon, descendant vers le S. E., est formée par les marnes grises lattorfiennes, la rive gauche est dominée par une falaise de bancs cénomaniens fossi-

liférés, supportant, tout en haut, la gouttière tertiaire à base détritique. Donc, quant à celle-ci, plus de doute : ce sont bien les bancs *inférieurs* du Lattorfien qui la constituent. Et quant aux rapports avec les deux synclinaux formés, bien plus bas, par les bancs *supérieurs*, ils ne peuvent s'expliquer que par une petite faille locale, ayant déterminé la direction du ravin après avoir été déterminée elle-même par la haute surrection des montagnes crétacées que l'on voit dominer tout le paysage.

La direction rigoureusement alpine de la petite faille, dissimulée ultérieurement, à son extrémité W., sous les dépôts de rivage de la mollasse rouge du chemin de Lioux, est parallèle à la grande faille de Saint-Vincent, qui borne à l'E., par un profond ravin, les deux hauteurs crétacées, et qui a laissé jaillir, comme bavure, le pointement triasique, au pied du Crétacé de l'anticlinal suivant.

La coupe XVII que je donne ci-dessus, complétant et rectifiant celles qui ont été publiées par d'autres auteurs¹, fut certainement pour moi-même une des plus inattendues. Mais, en établissant, dans ce bassin tertiaire, d'apparence si régulière, la superposition, par faille, d'un troisième synclinal, sans dissymétrie, à deux autres parfaitement droits, quoique en escalier, elle justifie une fois de plus la prépondérance locale des manifestations verticales des mouvements orogéniques auxquels vont se rattacher dorénavant, sans difficulté, les accidents dont la figuration comme l'interprétation paraissaient le moins naturelles sur la Feuille.

25. *Les Clots Dugous* (coupe XVIII). — Si l'on essaie de suivre, vers le S. la faille marquée par l'apparition du gypse sur le chemin de Senez à Lioux, on reste d'abord longtemps dans les marnes aptiennes, dont les pendages opposés, des deux côtés du ravin dit de *Longeïrolle*, montrent bien l'origine synclinale de la ligne de fracture, ici masquée sous les argiles noires, mais bientôt jalonnée à nouveau, sans trace des bancs de Jurassique moyen inscrits sur la Feuille, par une longue bande de gypse, qui, après avoir traversé le vaste torrent *du Pin*, va passer derrière la bastide *des Combes* et ressortir dans le ravin de *Malpasset*, exactement dans l'alignement de la haute bastide des *Clots Dugous*. Or, un peu à l'W. de celle-ci, le plateau est tout

1. PH. ZÜRCHER, *op. cit.*, Bull. Carte géol., VII, 1895, p. 310, fig. 2. — J. BOUSSAC, Etudes stratigraphiques sur le Nummulitique alpin, *Mém. Carte géol. détaillée de la Fr.*, 1. vol. in-4°, 662 p., 181 fig., 20 pl. et cartes. Paris, 1912, Imp. nat., v. p. 177, fig. 70.

formé par des bancs, assez bien lités, mais très fracturés, de Jurassique supérieur, au-dessous desquels se retrouve la série complète des marno-calcaires supérieurs, des marnes noires moyennes et du Jurassique inférieur, jusqu'aux cargneules du Trias, qui forment, le long du sentier descendant à la bastide des *Pointus*, la base de cette émergence jurassique au milieu du Crétacé, qui l'entoure de toutes parts et la domine même à l'E., tandis que, vers le N., l'apophyse clypéiforme du gypse des *Combes* forme un prolongement basilaire le long de la ligne de discontinuité, en bavure, correspondant à celle du chemin de Lioux.

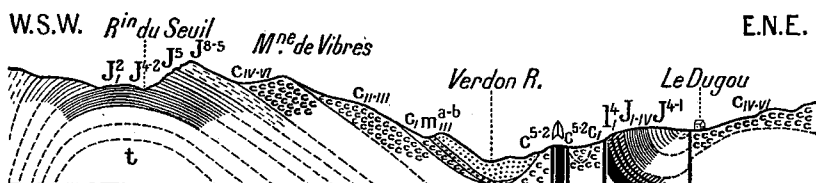


FIG. 19. — COUPE XVIII. — ACCIDENTS DE LA TUILLIÈRE.

A la vérité, à son extrémité S., l'apparition jurassique formant le haut du plateau, pourrait, à la rigueur, passer pour chevauchant le Crétacé, qui forme ceinture à sa base. Mais voici reparaître, quelques mètres plus bas, sur le flanc droit du ravin de *Goujaffre*, en face de la bastide du *Viralon*, le gypse, matériellement recouvert par le même Crétacé.

26. *Viralon* (coupes XV, XIX). — Ce gypse, évidemment de la même nappe originelle que celui des *Combes*, mais aujourd'hui nettement détaché, forme la base d'une autre série jurassique complète, mais fortement disloquée, qu'on peut reconnaître le long du sentier de *Deboïdes*, et qui paraît bien ne s'être pas ressentie seulement, comme l'accident précédent, du mouvement synclinal de la grande faille, mais aussi de celui qui correspond au pli moyen de *Senéz*. En effet toute sa partie supérieure, profondément érodée, se montre recouverte d'une énorme épaisseur d'un poudingue, que toutes les apparences minéralogiques, ainsi que ses discordances tectoniques, m'ont fait assimiler à celui de la mollasse rouge plutôt qu'à celui de base du petit lambeau nummulitique qu'on en voit émerger à quelques mètres en dessous du *Pont de Deboïdes*, sur la route nationale. Car, bien examiné, ce banc de grès jaune, dont on peut suivre le contour à

en aucune façon, apparaît comme « paquet tombé » — tombé on ne sait d'où, on ne sait pourquoi — mais comme témoin logique de la transformation à cette place, en petites dislocations locales d'intensité accrue, de l'arrêt du mouvement alpin à son point de butée presque normale contre l'obstacle, solidement enraciné, malgré ses démantelures, du puissant anticlinal de St-Pierre.

Tandis que la faille qui limite l'accident au N. E., l'éperon gypseux qui le prolonge au N. W. et peut-être la déchirure que traverse inférieurement le cours du ravin de St-Pierre, sont la marque directe de l'influence alpine, on retrouve, dans le revêtement supérieur du Néocomien et dans la forme du contour à l'W., la vieille empreinte pyrénéenne, qui a pour autre témoin une éminence de Crétacé supérieur, tout jaune, coincé entre le gypse remonté de la Tuilière et l'Infralias descendu de la barre de St-Pierre. A ce point même s'arrête l'ancien synclinal crétacé par où se fait, avec le contournement des cours de l'Asse, la jonction des vallées tertiaires de Blieux et de Senez, sur l'extrémité périclinale de la montagne de *Vibres*, dont la curieuse déhiscence sur les marnes médio-jurassiques (coupe XVIII) paraît due à une structure frontale au S. W. analogue à celle des montagnes de Rus et La Garde (v. § 6 et coupe IV), dans la prolongation de la grande faille du col de *Colletas*.

*
* *

Ici se termine le cycle d'examen de chacun des compartiments, si nettement individualisés, de notre carte. Et comme nous avons exposé d'avance, dans les *généralités*, les résultats tectoniques d'ensemble, il ne nous reste plus qu'à en résumer la conclusion, avant de donner les indications stratigraphiques nécessaires pour expliquer la légende adoptée.

III. CONCLUSION

Quelque intérêt que puisse avoir, au point de vue cartographique, tout effort nouveau vers l'exactitude absolue, que nul ne saurait se flatter d'atteindre, l'intérêt majeur de la présente étude ressort de la multiplicité des preuves qu'elle fournit de l'importance du rôle du gypse triasique dans l'orogénie de la région. Et comme cette constatation a certainement une portée bien plus

générale, il me paraît utile, sans revenir sur les faits particuliers exposés surtout au précédent chapitre, d'en mettre en évidence l'enseignement et de formuler à part la conception qui, venue à mon esprit dès que je m'essayai à réfléchir, en physicien, en dehors des suggestions d'écoles géologiques, sur l'explication possible des matérialités vues, peu à peu prit consistance à propos d'exemples de plus en plus fréquents, et enfin, dans des conditions tout à fait inattendues, me parut s'imposer comme complément indispensable d'adaptation des théories régnantes avec les réalités observées.

28. *Rôle du gypse triasique en orogénie.* — Où que s'aperçoive le gypse de la base des Marnes irisées, son aspect de pâte triturée est si bien mis en évidence par la diversité des couleurs de ses petits cristaux enchevêtrés et par le dessin rubané de ses veines multiples et variées, qu'il frappe l'observateur au premier coup d'œil. D'autre part, ses apparitions, si normales que les fasse ensuite reconnaître un examen tectonique un peu serré, paraissent au premier abord presque toujours si insolites que l'épithète de « lenticulaires » leur est couramment appliquée de confiance. D'autres fois on en fait un « paquet tombé », un « flot de recouvrement », un « témoin de flanc renversé » ; ou, si l'in vraisemblance est par trop criante, un « métamorphisme » du milieu encaissant¹. Mais que dire lorsque ce « milieu » est double, crétacé d'un côté, tertiaire de l'autre, comme sur le chemin de Senez à Lioux ?

En réalité, dans tous ces cas embarrassants, la moindre attention dénuée de préjugé fait remarquer le caractère herniaire, intrusif, éjecté, parfois filonien, de ce gypse « irisé » partout semblable à lui-même, comme provenant d'un dépôt aussi régulièrement continu dans le sens horizontal que tous ceux qui lui sont superposés, et toujours reconnaissable, non seulement à son faciès minéralogique si spécial², mais à son cortège habituel de cargneules, marnes ou plaquettes liasiques, et surtout à des in-

1. LÉON BERTRAND. Etude géologique du Nord des Alpes-Maritimes. *Bull. Cart. géol.*, IX, n° 59, 1897-8 ; p. 1-214, 24 fig., 8 pl. ; v. p. 93-94.

2. Je n'en sache pas d'exemple, quoique, à la rigueur, possible, pour un gypse d'autre âge. La description très exacte que donne M. Léon Bertrand (*op. cit.*) d'un « Cénomaniens transformé en gypse » aux Sausses (A.-M.), est celle du gypse « irisé » typique de toute la partie de la Provence qui a fait l'objet de mes études ; il est vrai qu'à une certaine distance au-dessus s'observe, dans les coupes régulières (v. § 22, coupe du ravin de St-Pierre), un lit blanc saccharoïde d'aspect tout différent ; c'est lui, qui, toujours exploité de préférence, a sans doute motivé, de la part de M. L. Bertrand, une distinction d'âge qui n'existe pas.

clusions, peu ou pas du tout métamorphisées, de fragments anguleux de roches diverses, bien visibles dans la pâte ¹.

En un mot, tout l'aspect d'une « lave à froid » ², d'un *granite mou* ³.

Alors, pourquoi pas le rôle ?

*
* *

Telle fut la première étape de la conception personnelle, dont on peut trouver la genèse déjà dans mon étude sur Mons ⁴, puis le développement à propos d'un cas de La Bastide ⁵ et même, ensuite, des essais intermittents d'applications à des exemples étrangers ⁶. Aussi l'idée était-elle mûre, prête à donner toutes ses conséquences, lorsque, revenu aux environs de Castellane, je me trouvai, tout à l'encontre de ce que j'attendais, dans la nécessité d'expliquer des déformations exclusivement verticales, avec preuves irréfragables du défaut d'intervention de toute résultante horizontale. Problème immédiatement résolu par la simple application du principe physique de l'égalité de l'action et de la réaction, d'après lequel il ne serait pas concevable que le gypse, s'il a été réellement *poussé* de bas en haut à l'état de magma quasi-fluide n'ait pas *poussé* lui-même de tous côtés, et notamment contre le dessous de sa couverture lourde, en transmettant hydrauliquement vers le haut, quelle qu'en ait été l'origine, les pressions, annihilées vers le bas par la résistance du plancher primitif.

Or l'existence de telles pressions ne saurait avoir rien d'hypothétique : elle est une conséquence forcée de la notion même de la gravité, qui fait nécessairement supporter aux couches de fond des géosynclinaux la somme des poids des couches peu à peu

1. E. DE ROSEMONT. Sur les gypses de Cimiez et leur formation. *Bull. Soc. niçoise des Sc. nat. et hist.*, II, 1880, 33. — M. L. BERTRAND (*loc. cit.*) relève lui-même cette particularité aux Sausses, où je l'ai personnellement vérifiée, ainsi qu'en maints autres endroits.

2. A. GUÉBHARD. Sur la tectonique des environs de Castellane (Basses-Alpes). *C. R. Ac. Sc.*, CLVIII, 6 juin 1914, p. 1040, 2 fig.

3. Sur les rapports du granite avec les roches encaissantes, voir E. HAUG. *Traité de Géologie*, I, p. 181-191, fig. 42-48.

4. A. GUÉBHARD. Esquisse géologique de la commune de Mons (Var). *Bull. Soc. Etud. scient. et archéol. de Draguignan*, XX, 1897, p. 225-330, 2 pl.; v. p. 248, 269, etc.

5. A. GUÉBHARD. Sur le gypse de La Bastide-Esclapon (Var). *B. S. G. F.* (3), XXVII, 1889, p. 594-601, 3 fig.

6. *B. S. G. F.*, (4), II, 1902, p. 336. *Id.*, (4), V, 1905, p. 840. D'après des souvenirs de lectures, je crois que maints cas d'Algérie et de Tunisie prêteraient au rapprochement.

superposées. Qui dit poids, dit pression ; et qui dit pression, dit contrepression. Pour peu que la substance soumise à l'énormité de ces pressions fût de nature plastique — et c'est le cas pour presque tous les dépôts infra-jurassiques¹ — elle ne pouvait faire autrement que de chercher à fuir, sous l'augmentation de la surcharge, disjoignant d'abord les joints de transgression et brisant aux points faibles les raccords latéraux supérieurs, non sans retrousser au passage les bords du couvercle (fig. 21, B), qui dorénavant détaché, n'étant plus soutenu, tend à s'enfoncer en porte-à-faux, et à accroître de toute la portion libérée de son poids la force d'expulsion du substratum profond. Mais comme l'éjection se fait d'abord toute par le pourtour, il en résulte que la partie médiane, mieux et plus longtemps soutenue, se bombe

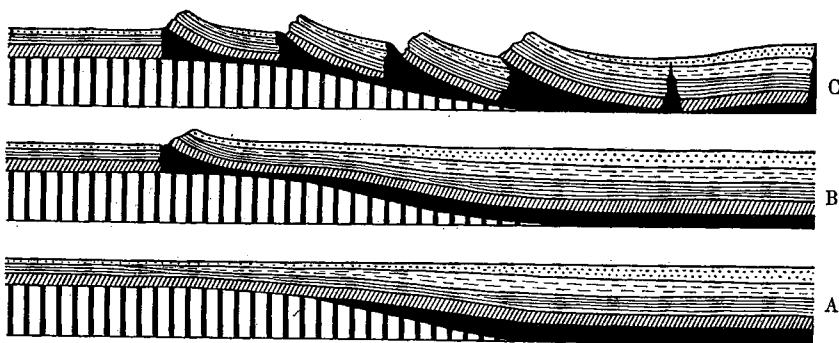


FIG. 21. — SCHEMA DES DISLOCATIONS DE LA CROÛTE SUPERFICIELLE D'UN GÉOSYNCLINAL.

en anticlinal dans l'axe de symétrie des rides marginales, dont le flanc externe de plus en plus violemment retroussé ou même agrippé sur la paroi résistante de la cuvette, accentue jusqu'à la rupture la courbure synclinale postérieure et finalement se détache en longue bande parallèle pour rester suspendu, en position oblique, pendant vers l'axe médian et regardant vers le dehors. Le même mécanisme, pour les mêmes causes, se répétant, débite peu à peu la croûte en une série de lamelles du même genre,

1. On sait d'ailleurs par les démonstrations expérimentales de Tresca, Daubrée, Walther Spring (cf. A. GUÉBHARD. Curieux exemple de flexibilité de plaques de marbre, *La Nature*, n° 430, 17 août 1881, p. 207, 1 fig.), qu'il suffit d'employer des forces supérieures à la cohésion moléculaire, en espace confiné, pour transformer sous pression les solides les plus résistants en véritables liquides, s'écoulant suivant les mêmes lois, et transmettant dans tous les sens la pression supportée. *A fortiori* quand il s'agit d'un minéral aussi peu résistant que le gypse triasique constitué par un feutrage de petits cristaux, tout prêts à glisser, au moindre effort, sur leurs facettes polies.

qu'on retrouve finalement (fig. 21, C), toutes basculées dans le même sens, avec regard externe, en imbrications opposées, de part et d'autre de l'anticlinal directeur et reproduisant rigoureusement *toutes* les apparences, de détail ou d'ensemble, des séries de *barres provençales* qu'il est de mode d'interpréter comme « *flancs normaux d'anticlinaux déversés et rompus, privés par étirement de leur flanc inférieur, et empilés par poussée tangentielle* »¹.

Certes il peut, il doit se produire, même dans le mécanisme que nous venons de décrire, une composante horizontale, mais toute secondaire, ayant tout au plus pour effet de faire glisser exceptionnellement une lame détachée sur le plan incliné du support mou, et de créer ainsi un « chevauchement » véritable, mais par un déplacement tout contraire au pseudo-« déversement » de l'hypothèse tangentielle : centripète au lieu de centrifuge, et par recul de la lame inférieure, non par avancée de la supérieure.

Hypothèse pour hypothèse, ne suis-je point en droit de préférer celle qui, directement émanée de faits et de lois indiscutables, explique non moins directement tous les faits acquis de la Géologie, jusqu'à donner secondairement un corps — en la renversant, il est vrai, — à la composante accidentelle qu'on lui substitue comme cause primaire, à cette indéfinissable « poussée tangentielle », qui est admise aujourd'hui comme une chose presque évidente², quoique nul ne puisse habituellement, dans les cas particuliers, en préciser avec sûreté ni le point d'origine, ni le point d'application, et qui, née de simples impressions indiscutées, de pures apparences insuffisamment scrutées, règne comme un dogme mystique, un article de foi, se suffisant à lui-même, assez fort pour fausser la vision de toute une génération.

Je ne parle, bien entendu, que des pays où j'ai pu constater avec certitude, par moi-même, tout le côté illusoire de ces formules, qui, — sans rien résoudre, dans le fond, puisqu'elles laissent subsister tout le problème des plissements de chacune

1. Combien n'est pas plus proche d'une vision sincère des choses, même dans l'hypothèse tangentielle, cette phrase d'Elie de Beaumont, rapportée par E. HAUG (*op. cit.*, p. 511) et qui semble écrite pour peindre, tels qu'il se voient, les rapports du Jurassique de Provence avec son revêtement friable : « Les matières que la compression latérale (*sic*) a forcées à chercher une issue au dehors ont passé à travers la surface auparavant unie du terrain (comme le doigt, pour ainsi dire à travers une boutonnière) mais en crevant de *bas en haut* les assises superficielles pour former des intumescences allongées. C'est là, si je ne me trompe, le sens dans lequel on emploie habituellement le mot *soulèvement* ».

2. E. HAUG. *Traité de Géologie*, p. 511.

des deux « nappes », la « charriée » et la « chevauchée » — permettent de rapporter d'une promenade de vacances la solution en bloc de questions que toute une vie spécialement consacrée suffirait à peine à détailler. Je renonce même à me prévaloir de ce que, ces pays étant justement ceux qui ont été donnés comme exemples classiques des manifestations tangentielles, l'on est en droit de se demander ce qui subsistera de maints autres concepts grandioses quand sera substituée à la vaste envolée des synthèses figuratives, la minutieuse investigation d'une cartographie véritablement détaillée, hors laquelle il ne semble pas qu'aucune interprétation puisse avoir de base.

Mais encore dois-je ajouter que, même à l'intérieur de mon cadre, l'attribution d'un rôle actif à la « striction tangentielle » apparaîtrait si peu contradictoire à mes déductions, que c'est encore à elle que, dans ma propre note du 6 avril 1914, n'envisageant alors que la partie contingente du problème, je rattachais « la mise sous pression, en vase clos, du magma inférieur. » Il est, en effet, bien évident que toute contracture, tout mouvement de la carapace, *quelle qu'en soit la cause*, ayant pour effet de diminuer la capacité sous-jacente, ne peuvent qu'accroître la pression sur le matelas pâteux de la profondeur, pour lui faire produire, en ses tentatives d'échappement, tous les effets que je lui ai attribués aux environs de Castellane : soulèvement de morceaux détachés de l'écorce, retroussement des bords libres, infiltration des fentes, ascension en cheminées, pointements en hernie, etc.

Mais dès que je voulus me préoccuper de l'origine de cette « striction » à laquelle tout le monde, et moi le premier, attribuait de si mirifiques effets, il fallut bien, en présence du vague, de l'incertitude et de la multiplicité des théories imaginées, depuis celle du décollement de la croûte sur le noyau refroidi jusqu'à celle de la centrifugation des dépôts géosynclinaux, — pour ne parler que des moins insuffisantes¹, — il fallut bien recon-

1. Je m'en tenais, quant à moi, à la notion simpliste de la déformation nécessaire d'un sphéroïde hétérogène par le refroidissement. Parfois je m'accrochais à l'observation courante des plissements très mouvementés qui caractérisent la formation d'une pellicule à la surface d'un bain en voie de solidification : le lait, par exemple, ou une fonte métallique. Mais quels sont les invraisemblables coefficients de dilatation, les formidables contractures qu'il faudrait attribuer à la mince étoffe de notre globe, pour répondre à l'importance et à la multiplicité des duplications des présumés « charriages » dont le nombre va croissant chaque jour ? L'énormité des effets attribués à la striction tangentielle n'est-elle pas exclusive des meilleures raisons physiques qu'on en pourrait donner et destructive de ce qui peut rester d'instinctif dans une croyance dont l'« évidence », à bien regarder, s'est transformée en évidence contraire, au pays même qui passait pour le plus démonstratif ?

naître que toutes, finalement, par de plus ou moins ingénieux détours, en reviennent à la force primordiale qui régit le monde, à la gravitation. Pourquoi, dès lors, ne pas laisser à celle-ci son premier rôle, et donner celui d'entité principale à une simple composante secondaire, une dérivée occasionnelle, sans lien bien établi ? Pourquoi, surtout, sur ce terrain des environs de Castellane où je n'ai pu constater authentiquement que des déplacements verticaux, faire intervenir autre chose que la force verticale par excellence, reconnue capable d'expliquer accessoirement même ces « chevauchements » que la plus méticuleuse recherche, aux places les plus réputées, n'a pu révéler à ma vue, sans doute trop terre à terre et dépourvue de pénétration horizontale ?

L'action de la pesanteur, la plasticité des Marnes irisées, ne sont point des suppositions gratuites ; l'effet prêté à l'une sur l'autre n'a rien qui dépasse les vraisemblances physiques ; la concordance des effets observés avec les effets déduits n'est-elle pas la meilleure preuve de la justesse du raisonnement, fondé sur la plus immuable, en même temps que la plus élémentaire, des lois de l'univers ?

*
* *

Et c'est ainsi que je me trouve ramené, par une voie neuve, à la vieille notion des *soulèvements*¹, qui la première, s'imposa au gros bon sens de nos pères et frappa leur vue, avant qu'elle fût déformée par les théories et — déjà ! — par le mirage des grands mots. Il est évident que l'abus des « cratères de soulèvement » devait tout gâter, comme risquent de tout compromettre aujourd'hui certaines exagérations, certaines applications à tort et à travers, de la théorie des manifestations tangentielles, dont je fus un des premiers auteurs².

Aussi n'est-ce pas de gaieté de cœur que je fais si totalement

1. Il va sans dire que le mot s'applique au mécanisme et n'a, quant au résultat, qu'un sens relatif, correspondant au relèvement apparent de celles des lèvres de faille qui demeurent visibles, par rapport à celles dont les abaissements particuliers constituent plutôt un affaissement, compensatoire de la quantité de masse inférieure apportée au jour.

2. Voir ma première notice de Géologie : Tectonique d'un coin difficile des Alpes Maritimes, *A. F. A. S.*, XXIII (Caen, 1894), p. 489-496, pl. VII-VIII. — Dans toutes mes coupes ultérieures, je continue à abuser des figures à la mode d'étièvements et déversements, au lieu de ruptures et soulèvements. Et j'avais dessiné dans ce goût toute une planche de coupes superposables à ma *Carte du S.-W. des Alpes-Maritimes* parue au Congrès de 1900, lorsque les protestations répétées de l'in vraisemblance eurent tardivement raison du pli de l'habitude et me firent renoncer à la publication de la planche toute gravée.

machine en arrière, mais, forcé par l'évidence répétée des faits, examinés avec une minutie et une conscience en proportion du temps que j'y ai pu consacrer. Ma campagne de Castellane a été si nettement démonstrative quant au rôle orogénique du substratum mou du Jurassique et quant à l'absence locale de toute poussée unilatérale, qu'un complément théorique s'imposait. Je l'ai tenté, en réunissant, pour la recherche de la vérité, une somme d'efforts rarement dépensée et j'ai eu la satisfaction d'arriver à une interprétation qui, en éliminant les fantastiques duplications dont on ne sait d'où ni comment aurait pu venir l'étoffe, ne laisse rien à désirer aux exigences de la raison la plus scrupuleuse.

Je puis me tromper ; mais j'ai fait œuvre de bonne foi et, plus je mets de scrupule à laisser à d'autres le soin de toute extension possible en dehors de mon cadre, plus je me devais de dire tout ce que j'ai vu, tel que je l'ai vu, et tout ce que cela m'a donné à penser, tel que je l'ai pensé.

IV. QUELQUES MOTS DE STRATIGRAPHIE. — LÉGENDE DE LA CARTE.

29. *Tertiaire*. — Ce que j'ai rencontré de plus élevé comme Tertiaire dans mon cadre, c'est la soi-disant *mollasse rouge*, qui, si elle ne prend jamais, ici, si ce n'est au N. de Senez (sur la route de Barrême, au haut de Malvoisin, etc.) l'aspect de *mollasse* et encore pas rouge, mais jaune, grise ou verte, montre, au milieu des conglomérats, de texture très variable, qui la constituent, des intercalations argileuses versicolores, parmi lesquelles prédominent assez souvent des rouges carminées pour qu'on ait donné à un quartier de la commune de Taulanne, sous le col de Lègue, le nom de *Terres rouges*.

J'ai en vain recherché, à cette place, à de multiples reprises, le « lambeau synclinal de marnes grises à *Helix Christoli* » que signale la Légende de la Feuille et qui aurait admirablement jalonné, là, la direction axiale de ma faille de Saint-Vincent. J'avais bien récolté, dès 1901, dans le talus de la route, juste à la hauteur de la borne km. 90, des *Helix* en assez grande abondance ; puis d'autres encore, une autre fois, au point voisin où le vieux chemin, formant raccourci, se détache du coude de la route pour descendre sur Taulanne. Mais elles n'étaient pas déterminables et provenaient évidemment du banc des calcaires siliceux à empreintes de *Nystia Duchasteli* et de *Mélanopsides*

qui, montrant là une torsion du pendage vertical à l'horizontal, se retrouvent, à l'autre bout de la cuvette, encore avec des *Helix*, des *Cyclostoma hemiglyptum*, etc.

m. — Quant à la désignation de la *mollasse rouge*, je lui ai laissé, conformément à ma règle, celle de la Feuille, en l'appelant tantôt de son vieux nom, difficile à oublier, d'**Aquitanien**, tantôt du nouveau, **Rupélien**.

m^a_n. — J'ai également laissé au calcaire siliceux à *Nystia Duchasteli*¹ et à ses argiles roses ou vert pâle, placés, dans la nomenclature nouvelle, au haut du **Lattorfien**, la désignation de la Feuille, tout en prévoyant que le bassin de Rayau, tel que j'en ai d'anciens souvenirs, m'offrira peut-être des termes supérieurs, dignes de mention spéciale.

m^b_n. — Ce symbole, réservé au grès marin à *Natica Garnieri*, *N. crassatina*, etc., m'a servi à désigner non seulement les **grès de Senez** (synclinaux inférieur et moyen de Senez, au Pont et au Dégoutay) et la bande parfaitement caractérisée qui se suit sur tout le pourtour de la cuvette de Taulanne, formant, en dessous des crêtes proéminentes du calcaire lacustre à silex², des ressauts souvent très marqués, mais encore un petit banc, de 50 cm. à peine, de calcaire marin, qui se voit, en dessous de l'arête à *Nystia Duchasteli*, au point 1105, habituellement pris pour sommet des coupes dites *du Vit* de Castellane³; banc si peu apparent qu'il paraît avoir échappé à tous les observateurs, car ce n'est certainement pas à lui que peut être attribuée, sur la Feuille, la large bande ainsi notée, mais réellement occupée par les marnes grises subordonnées.

m_{III}. — Obligé par les importants travaux de M. J. Boussac⁴ à prendre un parti pour remplacer le symbole ambigu **m_ne³**, qui, sur la Feuille de Castellane, est attribué aux « Grès du Vit » il m'a paru, après consultation de toutes les compétences, que c'était la désignation **m_{III}** qui, pour ne pas rompre avec l'échelle de la Carte géologique, convenait le mieux à la partie du Lat-

1. Je n'ai pu savoir si c'est de ce niveau ou de celui de la mollasse rouge que provient un gros tronc d'arbre silicifié, analogue à ceux de Rayau, qui est déposé à la cabane forestière de la *Combe de Saint-Antoine*. Sans doute de la mollasse.

2. Au bord de la route nationale 85, au km. 88, on voit, en face du ponceau qui mène au *Logis*, dans la partie supérieure du banc marin, deux lits très minces de petits galets clairsemés.

3. **TOURNOUËR**. Sur le terrain nummulitique des environs de Castellane, *B.S.G.I.* (2), XXIX, 1872, p. 707-719, 1 fig., v. p. 709. — **J. BOUSSAC**. *Op.cit.*, p. 168, fig. 66. — V. notre coupe XIII.

4. *Op. cit.*

torfien qui en forme la base, en dessous du « grès de Senez »¹.

m^a_m. — Il y a d'abord une notable épaisseur de marnes grises², noires à l'humidité, recouvertes en haut d'exemplaires d'*Ostrea Brongniarti*, souvent bivalves, et alternant ensuite avec des grès micacés, en plaquettes, irrégulièrement espacés et irrégulièrement fossilifères, qui, à Senez, se montrent à peu de distance en dessous du gros banc du pont, tandis qu'à Saint-Antoine (Le Vit) ils ne commencent qu'un peu en dessous d'un banc luma-chelle très friable qui est visible au-dessus de la cabane fores-tière, tout formé d'un agrégat de petites Nummulites et de moules intérieurs de Gastéropodes. A Blieux, c'est à la base que les plaquettes sont plutôt rares, quoique l'argile y montre, avec d'assez nombreux Polypiers, les mêmes fossiles qu'au Vit et à Taulanne.

Il serait donc illusoire de prétendre établir une subdivision dans cette formation, à la fois si homogène dans sa grande masse marneuse et si variable dans la répartition des grès en dalles. Tout au plus quelques lits, parmi ceux-ci, pourraient-ils être utilement, mais par une étude toute spécialisée, recherchés comme repères horizontaux, étant bien reconnaissables les uns par les empreintes et contrempreintes de Pélécy-podes qui couvrent les plans de clivage, les autres (*Ambaron*, près Senez) par les fossiles à test finement cristallisé qu'ils montrent au milieu d'un lacis de grosses vermiculations en relief, d'autres enfin par la multitude d'impressions brunâtres de fragments végétaux qui

1. Dès 1895, M. Zürcher (*op. cit.*, *Bull. Carte géol.*, VII, p. 310) avait cru devoir remplacer la désignation **m_ne³** par **m_n**, pour le « Grès de Senez », attribuant **m_n** à des marnes qui sont, en réalité, une réapparition de celles qui supportent ce grès et qui étaient encore, alors, identifiées avec celles d'Allons. Ma propre identification stratigraphique du grès de Senez avec celui qu'à Taulanne la Feuille a désigné par **m^b_n**, et des marnes subordonnées avec celles dites du Vit, permet de remettre les choses au point conformément aux constatations paléontologiques de M. J. Boussac.

2. Rien n'existe, aux environs de Castellane, qui corresponde effectivement aux marnes à *Orthophragmina* d'Allons et de la Feuille de Nice. Aussi la désignation **e^{3a}** paraît-elle avoir été appliquée; d'après les contours de la Feuille de Castellane, tantôt à la partie moyenne marneuse du Lattorfien (Blieux, Senez, Taulanne), tantôt, au contraire, à la plus inférieure (Brayal), quoique, à celle-ci, fussent réservées par la Légende les désignations **e^{3b}** pour la partie détritique et **e^{3a}** pour la partie saumâtre à Cérithes. Or celle-ci, à Brayal, se montre nettement au-dessus et non au-dessous de celle-là, et l'on se demande pourquoi les grès qui la surmontent, évidemment équivalents à ceux qui, à Blieux, sont notés **e^{3b}** paraissent ici confondus dans la notation **m_ne³**, laquelle, à Senez, correspond, d'après les tracés, aux grès supérieurs. L'éclaircissement de tant de contradictions n'a pas été pour peu dans le but originel de mon travail et dans ma subdivision empirique du Lattorfien en trois bandes, faciles à distinguer et propres à faire ressortir, sur les cartes, indépendamment de toute signification paléontologique, l'allure réelle de la stratigraphie.

couvrent la surface et qui n'ont pas peu contribué à faire prendre l'ensemble quelquefois pour du Flysch.

m^b_{iii}. — Mais partout cette série repose, par l'intermédiaire d'un banc plus important que les autres (Blieux, barre supportant le village ; Senez, barre des *Granges* ; Taulanne, *Ravin de la Barre* ; Brayal, barre de *la Prée*), quelquefois avec cordons de galets (Taulanne, route nationale k. 87,7) sur une masse détritique inférieure extrêmement variable d'importance et de composition. Tandis qu'à l'extrémité N. de la cuvette plissée de Senez, on n'a que 1 m. ou 2 de poudingue, à éléments moyens près des *Granges*, à éléments très fins, avec traces évidentes de rivage au haut du *Dégoutay*, on voit près de 8 m. d'un conglomérat à gros éléments crétacés sous Blieux et au pont de *La Maurélière* ; tandis qu'au-dessous de Saint-Pierre de Taulanne, la route nationale recoupe près de 15 m. d'alternances de poudingues, grès et marnes, on ne trouve, sur le bord S. du bassin, à Brayal, qu'un mètre de poudingue et de sable siliceux, séparé de la barre nummulitique par une bande de marnes grises à Cérithes dont l'équivalent saumâtre se retrouve, avec des intercalations calcaires contenant des Natices et Pélécy-podes, au haut de la descente de Sionne sur Castellane. Ce niveau particulièrement intéressant à cause de la facile confusion à laquelle ont prêté, avec le célèbre gisement priabonien de *Castéou d'Infer*, ses Cérithes — simples mutations d'après M. J. Boussac¹ — aurait mérité, sur la carte, une désignation spéciale. Mais comment figurer un affleurement de quelques mètres à peine en verticalité, surtout pris entre le poudingue et le grès, si intimement liés² ?

Ce n'est déjà que tout artificiellement et pour accentuer par un contour intercalaire, correspondant à peu près au **e^{3b}** de la Feuille, l'allure des autres, que j'ai donné un symbole spécial à cette base détritique du Lattorien que couronne la barre du **Grès de Castellane**, à peine minéralogiquement et pas du tout paléontologiquement séparable de la partie moyenne marneuse, mais nettement séparée par celle-ci et par quelques fossiles spéciaux de la masse supérieure, à laquelle doit être réservé le nom de « Grès de Senez ».

m^c_{iii}. — C'est probablement comme équivalent purement lacustre des marnes saumâtres que se montre, en haut du ravin de *Reissassier* de Taulanne, un minuscule lambeau de **calcaire blanc**

1. *Op. cit.*, p. 171.

2. A Taulanne, au km. 87,7 de la route nationale, le grès contient lui-même des cordons de galets.

ligniteux identique à celui que j'ai signalé anciennement¹ à Roque-Esclapon, en position pareille, redressé verticalement, en marge du Poudingue supérieur. Les fossiles assez nombreux qui s'y rencontrent furent alors reconnus par M. Depéret comme sannoisiens. Mais ce ne sera probablement que dans l'étude, qui me reste à reprendre, des grandes coupes d'Eoulx et Rayau que pourra être précisée la position relative de ce faciès curieux parmi la grande diversité de ceux de cette époque que présente ce bassin.

30. *Crétacé*. — Le Crétacé, une fois distingué sûrement du Jurassique moyen, avec lequel il a été, sur la Feuille, trop souvent confondu (La Baume, Castillon, La Tuilière de Senez, etc.), se présente en général en masses si nettes que l'intérêt de leur subdivision devient, au point de vue tectonique, à l'intérieur de mon cadre, tout à fait secondaire. Et comme, presque partout, soit l'Aptien, soit la base du Cénomaniens, s'ils ne se trouvent pas en contiguïté, fournissent des contours très visibles, tandis qu'en dessous ou en dessus les fossiles seuls — et ils ne sont pas toujours aussi abondants que le ferait croire la réputation du pays — peuvent fournir des repères sûrs, j'ai dû me contenter d'une approximation très relative, mais que je ne crois pas pouvoir être inférieure à celle de la Feuille.

Quant aux symboles, ce sont toujours ceux de la Légende officielle, corroborés, quant au signe c^{5-2} , mis là où ne se voit guère habituellement que le Cénomaniens c^{5-4} , de ce que la découverte d'un pointement de Gault à La Lagne (§ 12) justifie la présomption de sa présence réelle là où de vagues indices la font seuls pressentir

31. *Jurassique*. — Le Jurassique de Castellane, avec son faciès marneux, est tellement différent de celui qui avait fait jusque là le sujet de mes études², que je me fusse trouvé fort dépourvu et condamné à un long réapprentissage si l'heureuse rencontre de M. A. Lanquine, depuis longtemps passé maître en la paléontologie de ces niveaux inférieurs, ne m'avait, dès la première course commune, fourni les éléments d'appréciation que j'eusse dû attendre de nombreux ramassages et de longues déterminations.

1. A. GUÉBHARD et L. LAURENT. Sur quelques gisements nouveaux de végétaux tertiaires dans le S. E. de la Provence. *A. F. A. S.*, XXIX (Paris, 1900), II, p. 555-564, 21 fig., v. p. 557.

2. W. KILIAN et A. GUÉBHARD. Etude paléontologique et stratigraphique du système jurassique dans les Préalpes Maritimes, *B. S. G. F.*, (4), II, p. 737-828 ; pl. XLVIII-L.

tions de fossiles. Aussi ne saurais-je trop remercier M. Lanquine, qui, j'en suis sûr, ne manquera pas de faire rendre encore tout ce qu'elles peuvent comporter d'utile, au point de vue paléontologique, aux abondantes récoltes que j'ai concentrées au laboratoire de Géologie de la Sorbonne.

J⁸⁻⁶. — Quant aux symboles cartographiques, je n'ai pas essayé de subdiviser le groupe calcaire supérieur, du Berriasien au Kimeridgien, où les silex, qui, ailleurs, caractérisent celui-ci, vont souvent jusqu'au contact même du Crétacé (Hubac de La Blache, etc.).

J⁴⁻². — Dans l'ensemble des **marno-calcaires supérieurs**, je n'ai pas davantage tenté la délimitation du Séquanien et de l'Oxfordien, malgré l'abondance relative des fossiles.

J². — Dans l'énorme masse des **marnes noires** subordonnées, il s'est trouvé, à la fois, dans le haut, des fossiles déjà oxfordiens, et dans le bas, des Ammonites encore bathoniennes, et comme il ne pouvait m'appartenir de trancher de la position, ou même de la présence (pourtant admise par les anciens observateurs) du Callovien, force m'a été d'adopter, pour cet horizon si nettement distinct au point de vue cartographique, un symbole à la fois compréhensif et chevauchant, allant de **J²** à **J₁**.

Là seulement où n'existent pas les marnes noires (bord S. et angle S. W. de la carte), j'ai pu préciser mieux les signes, après avoir essayé de préciser de mon mieux les contours.

J_{IV}. — Mais presque partout j'ai laissé réunis les **marno-calcaires inférieurs**, comprenant le Bathonien et le Bajocien fossilifère, ce dernier remarquable par un gros banc, plus compact, pétri de *Cancellophycus*, et formant souvent des corniches.

32. Lias. — Le banc supérieur du Lias, avec ses innombrables silex en cordons, constitue une précieuse ressource pour l'établissement des contours.

I⁴. — Aussi ai-je pu, là où cela présentait un réel intérêt figuratif (plateau de Villars-Brandis) le séparer de sa base.

I₁. — Mais en général ce n'est guère possible à 1/80 000 et j'ai laissé réunis en une seule bande le **Lias et l'Infralias** qui forment un ensemble marno-calcaire bien tranché et dont la subdivision, sans rien ajouter à la logique des contours, eût été purement illusoire, du moment que n'a pas encore été faite l'étude paléontologique détaillée que permettrait la superbe coupe stratigraphique du bas du Ravin du Vit.

33. *Trias*. — Enfin le Trias supérieur, malgré la facile distinction de ses niveaux de marnes vertes, de cargneules et de gypse — celui-ci se révélant partout, même dans ses apparitions jugées les plus paradoxales, comme issu d'une nappe parfaitement continue et point comme fantaisistement « lenticulaire » — le Trias, dans son ensemble, est toujours tellement trituré qu'il serait difficile d'en figurer, autrement que comme trompe-l'œil, les subdivisions. Le signe du gypse est assez suggestif par lui-même, comme représentant ici les apparitions les plus inférieures.

Quant au Calcaire coquillier, il m'a été impossible d'en reconnaître la présence, spécialement signalée autrefois¹, mais non spécialement recherchée par moi. Je me suis donc abstenu de l'inscrire là où, s'il existe, je n'ai aperçu, comme lui ressemblant, que des bancs liasiques.

V. COUPES

34. Toutes les coupes sont dessinées à l'échelle de 1/50 000, pour les hauteurs comme pour les longueurs.

Le profil du terrain a été établi, au-dessus d'une ligne de base commune de 600 mètres d'altitude, d'après les cotes de la Carte de l'Etat-Major et les courbes de l'ancienne carte à 1/80 000 (aujourd'hui retirée du commerce) de la région des Alpes. Quoique d'une exactitude très sujette à caution, dans le détail du figuré, elle est assez commode à cause de sa lisibilité et peut fournir les principaux repères, à condition d'être complétée, dans l'intervalle, par la connaissance visuelle du relief.

La légende des coupes est la même que celle de la carte.

*
**

Le transparent qui emplace toutes les coupes en position vraie permettrait, en relevant les rabattements, de reconstituer en profondeur, par compartiments, des reliefs répondant exactement aux données de la surface, comme affleurements et comme pendages.

Je me permets de douter que l'interprétation par chevauchements puisse fournir, dans les mêmes conditions de conformité, la même synthèse.

1. P. ZÜRCHER, Note sur l'existence du Muschelkalk dans les environs de Castellane, *Bull. Carte géol.*, II, n° 18, 1890, p. 344-345.

TABLE DES NOTES ET MÉMOIRES

CONTENUS

dans le volume XIV du Bulletin (1914)

	Pages
P.-H. Fritel. — Note sur les Aralias des flores crétaciques de l'Amérique du Nord et du Groenland.....	1
J. Lambert. — Sur la présence du Bathonien dans la Chalosse.....	23
Léon Bertrand. — Sur l'allure tectonique des environs de Licq-Athéry et de Sainte-Engrace (Basses-Pyrénées).....	28
Pierre Termier. — Sur la tectonique des terrains primaires dans la Nurra di Sassari (Sardaigne).....	42
J. Deprat. — L'évolution des magmas éruptifs tertiaires et récents dans le Nord-Ouest de la Sardaigne.....	57
G. Lecointre. — Étude sur le Cénomanién de Ciran (Indre-et-Loire).....	104
Ed. Bureau. — Appendice à la flore fossile de la Basse-Loire.....	116
F. Priem. — Sur les Poissons fossiles des terrains tertiaires supérieurs du Sud-Ouest de la France.....	118
J. Repelin. — Observations relatives à la revision de la Carte géologique à 1/80 000 dans la région provençale.....	132
P. Termier. — État actuel de la controverse touchant la structure géologique de l'île d'Elbe.....	140
F. Canu. — Contributions à l'étude des Bryozoaires fossiles.....	148
Carl Renz. — Recherches géologiques en Épire méridionale.....	153
Marcel Chevalier. — Note préliminaire sur la géologie de la Catalogne orientale.....	157
Fernand Pelourde. — Sur la signification géologique de quelques végétaux fossiles recueillis par le docteur Legendre dans le Sud-Ouest de la Chine.....	179
Fernand Meunier. — Nouvelles recherches sur quelques Insectes du Sannoisien d'Aix-en-Provence.....	187
Abbé Bourgeat. — Sur l'extension de la Craie à silex dans le Jura méridional.....	199
Pierre Marty. — <i>Le Pagiophyllum peregrinum</i> SCHIMPER dans le détroit de Rodez (Aveyron).....	201
Colonel Azéma. — Contribution à l'étude pétrographique des roches de la Côte d'Ivoire et de la Haute-Guinée.....	206
A. de Grossouvre. — Sur quelques épisodes de l'Histoire des temps sénoniens.....	232
Ph. Glangeaud. — Sur de nombreuses secousses sismiques au Nord du Massif Central, de Juin à Décembre 1913.....	241
F. Priem. — Sur des Otolithes de Poissons fossiles des terrains tertiaires supérieurs du Sud-Ouest de la France.....	244

	Pages
Général Jourdy . — Origine et genèse des dolomies sédimentaires.....	279
J. Savornin . — Sur les affinités morphologiques des genres <i>Thersitea</i> COQUAND, <i>Pereiraia</i> CROSSE, <i>Ostrombus</i> SACCO; Gastropodes fossiles des provinces tertiaires méditerranéennes.....	310
M. Gignoux . — L'étage calabrien sur le versant nord-ouest de l'Apennin, entre le Monte Gargano et Plaisance.....	325
F. Roman . — Le <i>Rhinoceros (Cerathorinus) tagicus</i> du Musée de Francfort-sur-le-Mein (Oligocène supérieur de Budenheim, près Mayence)...	349
F. Priem . — Sur des Vertébrés du Crétacé et de l'Éocène d'Égypte.....	366
Henri Douvillé . — Les Réquiéniés et leur évolution.....	383
Henri Douvillé . — Les Rudistes du Turkestan.....	390
Henri Douvillé . — Les Spongiaires primitifs.....	397
Abbé Bourgeat . — Le Mont Poupet près de Salins.....	407
Henry Joly . — Étude sur les marnes à fossiles pyriteux du Callovien et de l'Oxfordien dans l'Est de la France.....	411
L. Garez . — Observations sur diverses notes contenues dans le Compte Rendu sommaire de la Réunion des Corbières en 1913.....	412
L. Joleaud . — Notice géologique sur Hammam Meskoutin (Algérie).....	423
L. Joleaud . — Découverte du Valanginien à Ammonites pyriteuses et de l'Albien à Echinides et Ostracés dans le Massif du Chettaba, près de Constantine (Algérie).....	456
F. Kerforne . — Note sur la géologie de la partie occidentale du synclinal d'Urville (Calvados) et sa fermeture sous la forêt de Cinglais et la commune de Barbery.....	441
G. Garde . — Le laccolite microgranitique de Pouzol-Servant.....	448
Stanislas Meunier . — Considérations sur l'origine des gneiss.....	457
F. Canu . — Les Bryozoaires fossiles des terrains du Sud-Ouest de la France.....	465
Paul Combes . — Le gisement fossilifère albien de la Mivoie, près Saint-Satur (Cher).....	475
Armand Thevenin . — Léon Pervinquière, notice nécrologique.....	479
Adrien Guébbard . — Carte structurale détaillée à 1/80 000 des environs de Castellane (Basses-Alpes).....	487

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES MATIÈRES ET DES AUTEURS

du Bulletin et du Compte Rendu sommaire
des Séances de la Société géologique de France

— 4^e Série, Tome XIV, Année 1914 —

Les renvois aux pages du Bulletin sont en chiffres gras, les chiffres ordinaires maigres se rapportent aux pages du Compte Rendu sommaire.

A

Aalénien. Sur la présence de la sidérite dans les parties calc. de la couche grise (minéral de fer aalénien du Bassin de Briey), par H. JOLY, 6.

ABENDANON. Pal. du voyage de M. — à l'île Célébés, par G.-F. DOLLFUS, 180 [Obs. de L. CAYEUX].

Abkhasie. Monographie des Bélemnites infracrétacées de l'—, par SCHWETZOFF. Analyse par W. KILIAN, 49.

Afrique. Voir : *Algérie, Côte d'Ivoire, Égypte, Haute-Guinée, Maroc, Tunisie.*

Aix. Nlls. recherches sur qqs. Insectes du Sannoisien d'— en-Provence, par F. MEUNIER, 63, (11 fig., pl. VI-VII) 187.

Albien. Découverte du Valanginien à Ammonites pyriteuses et de l'— à Echinides et Ostracés dans le massif du Chettaba, près de Constantine, par L. JOLEAUD, 125, (1 fig.) 435. — Le gisement fossilifère — de la Mivoie, près Saint-Satur (Cher), par P. COMBES [Obs. de M. COSSMANN], 183, 475. Voir : *Gault.*

Algérie. Notice géol. sur Hammam Meskoutin (—), par L. JOLEAUD, 81, (5 fig.) 423. — Obs. sur la chaîne numidique, par J. BLAYAG, 118. — Découverte du Valanginien à Ammonites pyriteuses et de l'Albien à Echinides et Ostracés dans le massif du Chettaba, près de Constantine, par L. JOLEAUD, 125, (1 fig.) 435. — Sur la

tectonique de la Numidie nord-orientale et de la Tunisie septentrionale, par L. JOLEAUD, 144.

Algues. Sur la présence d'— perforantes dans les minerais de fer oolithiques de France, par L. CAYEUX, 131.

Allemagne. Voir : *Mayence.*

Allier. Voir : *Livradois, Massif Central.*

Alpes. Obs. sur les modifications apportées aux nappes provençales par les mouvements alpins, par J. REPELIN [Obs. de L. BERTRAND, 42], 31. — A propos du Bathonien intraalpin, par W. KILIAN, 169.

Voir : W. KILIAN, L. BERTRAND.

Alpes (Basses-). Sur la présence du Gault et d'un lambeau nummulitique de « Grès du Vit » à la Lagne, près de Castellane, par A. GUÉBHARD, 30. — Carte structurale détaillée à 1/80 000 des env. de Castellane, par A. GUÉBHARD, 59, 66, (21 fig., pl. XVI) 487.

Alpes-Maritimes. Présence du Dogger dans le Jurassique de la Bévera et de la Roya, par W. KILIAN, 15. — Remarques sur la géol. de la presqu'île de Sicié, par P. MARTY et F. VLÈS, 165.

Voir : *Provence.*

Amérique. Note sur les Aralias des flores crétaciques de l'— du Nord et du Groenland, par P.-H. FRITEL, (28 fig.) 4.

Voir : *Canada.*

ANGELIS D'OSSAT (DE). Prés. d'ouvr., 25.

Angleterre. Sur les relations entre la forme des côtes du littoral méridional de l'— et leur constitution géol., par R. CÉSAR-FRANCK, 94. — Sur les relations entre la constitution géol. de l'île de Wight et la forme de ses côtes, par R. CÉSAR-FRANCK, 151.

Apennin. L'étage calabrien sur le versant N.E. de l'—, entre le Monte Gargano et Plaisance, par M. GIGNOUX, (5 fig.) 324.

Aquitaine. Sur les Poissons fossiles des terrains tertiaires sup. du S.W. de la France, par F. PRIEM, 31, (33 fig., pl. III) 418. — Sur des Otolithes de Poissons fossiles des terrains tertiaires sup. du S.W. de la France, par F. PRIEM, 82, (74 fig.) 244. — Les Bryozoaires fossiles des terrains du S.W. de la France par F. CANU, [Obs. de M. COSSMANN], 177, (pl. XIV-XV) 465.

Voir : *Armagnac, Gascogne.*

Arabie. Voir : *Moghara.*

Aralia. Note sur les — fossiles des flores crétaciques de l'Amérique du N. et du Groenland, par P.-H. FRITEL, (28 fig.) 4.

Ardenne. Obs. sur les minerais de fer eiféliens de l'— franco-belge, par L. CAYEUX, 28.

Argile plastique. Voir : *Sparnacien.*

Argiles tertiaires. Les — du Bassin de Paris, par G. DOLLFUS, 42. — Argiles tongriennes de Romainville et leptynites grenatifères, par A. LACROIX, 54. — Obs. complémentaire sur l'argile verte tongrienne du Bassin de Paris, par G. F. DOLLFUS, 69.

Arrière. Sur la présence d'un niveau à Fusulines dans le Permien de l'—, par J. CARALP, 178.

Armagnac. Conchyliologie de la molasse de l'—, par G.-F. DOLLFUS, 121.

Asie. Voir : *Célébes, Chine, Himalaya, Indochine, Moghara, Turkestan.*

Aspidoceras. Notes sur les — du minerai de fer oolithique de la Côte d'Or, par L. COLLOT, 93.

Auteuil. Sur une feuille de Palmier du Sparnacien d'—, par P. COMBES, 83.

Auvervien. Voir : *Tertiaire.*

Aveyron. Le *Pagyophyllum peregrinum* SCHIMPER dans le détroit de Rodez (—), par P. MARTY, (2 fig.) 201.

AZÉMA (Colonel). Prés. d'ouv., 34. — Contribution à l'étude pétrographique

de la Côte d'Ivoire et de la Haute-Guinée, 77, (1 fig.) 206.

B

Bajocien. Sur l'allure de qqs failles du — et du Bathonien de la feuille de Nancy, par H. JOLY, 10.

Baléares. Sur la tectonique de Majorque (—), par W. KILIAN, 117.

Balkans. Voir : *Carpathes.*

Barbery. Note sur la géol. de la partie occid. du synclinal d'Urville (Calvados) et sa fermeture sous la forêt de Cinglais et la commune de —, par F. KERFORNE [Obs. de L. CAYEUX, A. BIGOT, 125], 92, (1 fig.) 441.

Bartonnien. Sur la présence du — dans la Chalosse, par J. LAMBERT, 30, 23.

Bathonien. Sur l'allure de qqs failles du Bajocien et du — de la feuille de Nancy, par H. JOLY, 10. — A propos du — infraalpin, par W. KILIAN, 169.

Bélemnites. Sur une monographie des — paléocrétacées, parue à Moscou, par W. KILIAN, 49.

Belgique. Obs. sur les minerais de fer eiféliens de l'Ardenne franco-belge, par L. CAYEUX, 28.

Beni-Mtir. Note sur les plateaux des — et Beni-Mguild (Maroc central), par E. POIRÉE [Obs. de L. GENTIL], 66.

BERGERON (Jules). Prés. d'ouv., 25. — Prés. de soufre natif, 149.

BERTRAND (Léon). Sur l'allure tectonique des env. de Licq-Athery et de Sainte-Engrace (B.-P.) [Obs. de E. FOURNIER, 123], 20, (7 fig.) 28. — Prés. d'ouv., 33. — Sur l'âge relatif des coulées des Puits de Côme et de Louchadière [Obs. de Ph. GLANGEAUD, 57], 39. — Rép. à des obs. de M. Repelin, sur les modifications apportées aux nappes provençales par les mouvements alpins, 42, 52. — A propos de la coupe du sondage Michelin, près de Pontgibaud, 57. — Obs. 135. — Sur la formation des chevauchements et plis couchés au Sud, dans les Pyrénées, 146. — Rép. aux obs. de M. FOURNIER, 148.

Bévera. Présence du Dogger dans le Jurassique de la — et de la Roya, par W. KILIAN, 15.

Bibliographie relative aux Insectes fossiles, par F. MEUNIER, 197. — Principaux travaux de Léon PERVINQUIÈRE, par A. THEVENIN, 486.

- BIGOT (A.)**. Sur la partie occid. du synclinal de la Brèche-au-Diable (Calvados), 125.
- BLAYAC (Joseph)**. Obs. sur la chaîne numidique (Algérie), 118.
- BONNARDOT**. Nécrologie, 102.
- Bouchard-du-Rhône**. Voir : *Provence*.
- BOURGEAT (Abbé)**. Sur l'extension de la craie à silex dans le Jura méridional, 63, 199. — Le Mont Poupet, près de Salins, 94, (1 fig.) 407.
- BOUSSAC (Jean)**. Sur les brèches du Plan-de-Nette [Obs. de W. KILIAN], 14, 23. — Obs. 135.
- BOUSSAC (Ph. NÉGRIS et Jean)**. Détermination de l'âge lutétien sup. du Nummulitique de Naxos (Cyclades), 91.
- Brèche-au-Diable*. Sur la partie occid. du synclinal de la — (Calvados), par A. BIGOT, 125.
- Briey (Bassin de)*. Sur la présence de la sidérite dans les parties calc. de la couche grise du —, par H. JOLY, 6.
- BRUN (P. DE), C. CHATELET et M. COSSMANN**. Prés. d'une note : Stratigr. et Pal. de l'Urgonien dans le massif du Serre de Bouquet (Gard), 80.
- Bryozoaires*. Contribution à l'étude des — fossiles, par F. CANU, 41, (pl. iv) 147. — Les — fossiles des terrains du S.W. de la France, par F. CANU [Obs. de M. COSSMANN], 177, (pl. xiv-xv) 465.
- Bureau de la Soc.*, son élection, 1.
- BUREAU (Edouard)**. Appendice à la flore fossile de la Basse-Loire 30, (pl. ii) 116.
- C**
- Calabrien*. L'étage — sur le versant N.E. de l'Apennin, entre le Monte Gargano et Plaisance, par M. GIGNOUX, (5 fig.) 324.
- Calcite*. Obs. sur le diagnostic de la dolomie et de la — par les colorants et sur le rôle des Mélobésies dans la formation de la dolomie, par L. CAYEUX, 76.
- Callovien*. Études sur les marnes à fossiles pyriteux du — et de l'Oxfordien dans l'Est de la France, par H. JOLY, 142, 411.
- Calvados*. Prolongement oriental de la formation ferrugineuse du bassin du May (—), par L. CAYEUX, 79. — Note sur la géol. de la partie occid. du synclinal d'Urville (—) et sa fermeture sous la forêt de Cinglais et la commune de Barbery, par F. KERFORNE [Obs. de L. CAYEUX], 92, (1 fig.) 441. — Sur la partie occid. du synclinal de la Brèche-au-Diable (—), par A. BIGOT, 125.
- Canada*. Qqs points de la géol. quaternaire et de la morphologie du —, par P. LORY, 56.
- CANU (F.)**. Contribution à l'étude des Bryozoaires fossiles, 41, (pl. iv) 147. — Les Bryozoaires fossiles des terrains du S.W. de la France [Obs. de COSSMANN], 177, (pl. xiv-xv) 465.
- CARALP (J.)**. Sur la présence d'un niveau à Fusulines dans le Permien de l'Ariège, 178.
- Carbonifère*. Le Bassin de St-Germain, près Lure (Hte-Saône), par E. FOURNIER, 123. — Appendice à la flore fossile de la Basse-Loire, par Ed. BUREAU, 30, (pl. ii) 116.
- Cardona*. Les salines de —, par G.-F. DOLLFUS, 173.
- CAREZ (Léon)**. Prés. d'ouvr. — Remarques sur la Carte géologique, feuille de Mauléon [rép. de M. FOURNIER, 164], 133. — Obs. sur diverses notes contenues dans le C. R. somm. de la Réunion des Corbières en 1913, 135, 421.
- Carpates*. Rapports tectoniques entre l'aire cimérienne et les — méridionales, par MUNTEANU-MURGOCI [Obs. de E. DE MARTONNE], 131.
- Cartes*. Terminaison orientale du Massif primaire d'Igouze (Pyrénées), par L. BERTRAND, 34. — C. géol. de la partie N.W. de la Sardaigne, par J. DEPRAT, 58. — Rapport des failles et des volcans pléistocènes dans le N.W. de la Sardaigne, par J. DEPRAT, 63. — Le synclinal nummulitique de la Catalogne orientale, par M. CHEVALIER, 160. — Schéma tectonique de la Catalogne orientale, par M. CHEVALIER, 166. — C. géol. de la Côte d'Ivoire et de la Haute-Guinée par le col. AZÉMA (1/10 000 000), 208. — C. des tremblements de terre de 1913 dans le Massif Central, par Ph. GLANGEAUD (1/500 000), 242. — Schéma des failles voisines de Salins, par BOURGEAT (1/300 000), 409. — Carte géol. des sources d'Hammam-Meskoutin, par L. JOLEAUD (1/62 500), 424. — Croquis tectonique de la Numidie

- centrale, par L. JOLEAUD (1/1200 000), 428. — C. géol. de l'extrémité occid. du Dj. Debar et du plateau de Roknia, par L. JOLEAUD (1/60 000), 430. — Carte géol. de la terminaison occid. du synclinal d'Urville, par F. KERFORNE (1/100 000), 442. — C. géol. du laccolite microgranitique de Pouzol-Servant, par G. GARDE, (1/80 000) 451. — C. géol. des env. de Castellane (Basses-Alpes), par A. GUÉBHARD (1/80 000), pl. XVI (en couleurs).
- Castellane.** Sur la présence du Gault et d'un lambeau nummulitique de « Grès du Vit » à la Lagne, près —, par A. GUÉBHARD, 30. — Carte structurale, détaillée à 1/80 000, des env. de Castellane, par A. GUÉBHARD, 59, 66, (21 fig., pl. XVI) 487.
- Catalogne.** Note préliminaire sur la géol. de la — orientale, par M. CHEVALIER, 50, (8 fig.) 157. — A propos de la tectonique des Pyrénées catalanes, par Ch. JACOB et P. FALLOT, 154.
- CAYEUX (L.).** Obs. sur les minerais de fer eiféliens de l'Ardenne franco-belge, 28. — Obs. sur le diagnostic de la dolomie et de la calcite par les colorants et sur le rôle des Mélobésies dans la formation de la dolomie, 76. — Prolongement oriental de la formation ferrugineuse du bassin de May (Calvados), 77. — Prés. d'ouvr., 85, 131. — Obs. à propos d'une note de M. KERFORNE sur le synclinal d'Urville, 93. — Sur la présence d'Algues perforantes dans les minerais de fer oolithiques de France, 131. — Obs. à propos de la prés. d'un échantillon de soufre natif, 149. — Obs. à propos de la paléont. de l'île Célèbes, 183.
- Célèbes.** Paléont. du voyage de M. Abendanon à l'île —, par G.-F. DOLLFUS, 180.
- Cénomanién.** Étude sur le — de Ciran (I.-et-L.), par G. LECOINTRE, 9, (6 fig.) 104.
- CÉSAR-FRANCK (Robert).** Sur les relations entre la forme des côtes du littoral méridional de l'Angleterre et leur constitution géol., 94. — Sur les relations entre la constitution géol. de l'île de Wight (Hampshire) et la forme de ses côtes, 151.
- CHABOT (G.).** Prés. d'ouvr., 19.
- Chalosse.** Sur la présence du Bartonien dans la —, par J. LAMBERT, 30, 23. —
- Les schistes à sérécite de Montpeyroux, dans la —, au Sud de Dax (Landes), par J. WELSCH, 98.
- Charente-Inf.** L'Éocène de Royan (3^e note), par H. DOUVILLÉ, 7. — Sur la présence de haches néolithiques dans l'argile à Scrobiculaires des marais maritimes de l'île d'Oleron (—), par J. WELSCH, 47. — Sur un gisement de Mammifères quaternaires à la métairie de Chartres, près Rochefort (—), par J. WELSCH, 48.
- CHATELET et M. COSSMANN (P. DE BRUN, C.).** Prés. d'une note : Stratigr. et Pal. de l'Urgonien dans le massif du Serre de Bouquet (Gard), 80.
- Cher.** Le gisement fossilifère albien de la Mivoie, près Saint-Satur (—), par P. COMBES [Obs. de M. COSSMANN], 183, 475.
- Chettaba.** Découverte du Valanginien à Ammonites pyrriteuses et de l'Albien à Echinides et Ostracés dans le massif du —, près de Constantine, par L. JOLEAUD, 125, (1 fig.) 433.
- CHEUX (Albert).** Nécrologie, 176.
- CHEVALIER (Marcel).** Note préliminaire sur la géol. de la Catalogne orientale, 50, (8 fig.) 157.
- Chevauchements.** Sur la formation des — et plis couchés vers le Sud, dans les Pyrénées, par LÉON BERTRAND, 146.
- Chine.** Sur la signification géol. de qqs végétaux fossiles recueillis par le Dr Legendre dans le S.W. de la —, par F. PELOURDE, 59, (pl. v) 179.
- Cinglais.** Note sur la géol. de la partie occid. du synclinal d'Urville (Calvados) et sa fermeture sous la forêt de — et la commune de Barbercy, par F. KERFORNE [Obs. de L. CAYEUX ; A. BIGOT, 125], 92, (1 fig.) 441.
- Ciran.** Étude sur le Cénomanién de — (I.-et-L.), par G. LECOINTRE, 9, (6 fig.) 104.
- Circophyllia.** Sur le genre — MILNE-EDWARDS et HAIME, par M. FILLIOZAT, 96.
- COCCHI (Igino).** Nécrologie, 104.
- COLLOT (Louis).** Note sur les *Aspidoceras* du minéral de fer oolithique de la Côte-d'Or, 93.
- COMBES (Paul).** Sur une feuille de Palmier du Sparnacien d'Auteuil, 83. — Prés. d'ouvr., 6, 119. — Le gisement fossilifère albien de la Mivoie, près

D

- Saint-Satur (Cher) [Obs. de M. COSSMANN], 183, 475.
- Côme (Puy de)*. Sur l'âge relatif des coulées des — et de Louchadière, par L. BERTRAND [Obs. de Ph. GLANGEAUD], 39. — Obs. sur les coulées des — et de Louchadière, par Ph. GLANGEAUD, 57. — A propos de la coupe du sondage Michelin, près de Pontgibaud, par E. BERTRAND, 57.
- Congrès géol. intern. (XII^e)*. Qqs points de la géol. quaternaire et de la morphologie du Canada, vus durant les exc. A¹, A⁴, et C¹ du —, par P. LORY, 56. — Prix Spendiarioff, 85.
- Constantine*. Découverte du Valanginien à Ammonites pyriteuses et de l'Albien à Echinides et Ostracés dans le massif de Chettaba, près de —, par L. JOLEAUD, 125, (1 fig.) 435.
- COSSMANN. Obs. à propos des Bryozoaires du S.W. de la France, 177. — Obs. à propos du gisement albien de la Mivoie, 184.
- COSSMANN (P. DE BRUN, C. CHATELET et M.). Prés. d'une note : Stratigr. et Pal. de l'Urgonien dans le massif du Serre de Bouquet (Gard), 80.
- COSSMANN et PEYROT. Prés. d'ouv., 176.
- Côte d'Ivoire*. Contribution à l'étude pétrographique des roches de la — et de la Haute-Guinée, par le colonel AZÉMA, 77, (1 fig.) 206.
- Côte d'Or*. Note sur les *Aspidoceras* du minéral de fer oolithique de la —, par L. COLLOT, 93.
- COUYAT-BARTHOUX (H. DOUVILLÉ et). Le massif du Moghara, 171.
- Crétacé*. Sur une monographie des Bélemnites paléogènes parue à Moscou, par W. KILIAN, 49. — Sur des Vertébrés du — et de l'Eocène d'Égypte, par F. PRIEM, 117, (3 fig., pl. x) 366. — Le — de l'Himalaya, par H. DOUVILLÉ, 172. — Note sur les *Aralias* des flores crétaciques de l'Amérique du Nord et du Groenland, par P.-H. FRIEDEL, (28 fig.) 4. — Sur l'extension de la Craie à silex dans le Jura mérid., par BOURGRAT, 63, 199. — Obs. sur diverses notes contenues dans le C. R. S. de la Réunion des Corbières en 1913, par L. CÉREZ, 135, 421. — Voir : *Albien, Cénomanién, Gault, Sénonien, Valanginien*.
- Creuse*. Voir : *Massif Central*.
- Crimée*. Voir : *Carpathes*.
- Cyclades*. Voir : *Naxos*.
- DARESTE DE LA CHAVANNE et PANTHIER. Sur l'âge des terrains lacustres du Nivernais méridional, 150.
- DASSE (abbé Joseph). Prés. d'ouv., 119.
- Dax*. Les schistes à séricite de Montpeyrroux, dans la Chalosse, au Sud de — (Landès), par J. WELSCH, 98.
- DEPÉRET (Charles). Rapport sur l'attribution du prix Viquessel à M. G. B. M. FLAMAND, 113.
- DEPRAT (J.). L'évolution des magmas éruptifs tertiaires et récents dans le N. W. de la Sardaigne, 29, (6 fig., pl. 1) 57. — Prés. d'ouv., 127.
- Dobrogea*. Voir : *Carpathes*.
- Dogger*. Présence du — dans le Jurassique de la Bévera et de la Roya, par W. KILIAN, 15.
- DOLLFUS (G.-F.). Les Argiles tertiaires du Bassin de Paris [Obs. de LACROIX, 547], 42. — Origine des sédiments des couches tertiaires du Bassin de Paris, 44. — Obs. complémentaires sur l'Argile verte, tongrienne, du bassin de Paris [Obs. de G. RAMOND], 69. — Conchyliologie de la molasse de l'Armagnac, 121. — Les salines de Cardona, 173. — Pal. du voyage de M. Abendanon à l'île Célèbes [Obs. de L. CAYEUX], 180.
- Dolomie*. Contribution à la recherche de l'origine et de la genèse des — sédimentaires, par le général JOURDY, 74. — Obs. sur le diagnostic de la — et de la calcite par les colorants et sur le rôle des Mélobésies dans la formation de la —, par L. CAYEUX, 76. — — et Bactéries corallicoles, par le général JOURDY, 119. — La précipitation du carbonate de chaux, par R. ZUBER, 166. — Origine et genèse des — sédimentaires, par le gén. JOURDY, (4 fig., pl. VIII-IX) 279.
- DONAU. Prés. d'ouv., 26.
- DOUVILLÉ (Henri). L'Eocène de Royan (3^e note), 7. — Les Rudistes du Turkestan, 86, (7 fig.) 390. — Les Requiénidés et leur évolution, 88, (4 fig., pl. xi) 383. — Les Spongiaires primitifs, 90, (1 fig., pl. XII-XIII) 397. — Sur la formation des gneiss, 162. — Le Crétacé de l'Himalaya, 172.
- DOUVILLÉ (Henri) et COUYAT-BARTHOUX. Le massif du Moghara, 171.
- DOUXAMI (Henri). Nécrologie, 102.
- Drôme*. Voir : *Rhône*.

Dunes. Le fixation des — de Gascogne, par Ed. HARLÉ, 80.

DUVERGER DE HAURANNE. Nécrologie, 53.

E

Égypte. Sur des Vertébrés du Crétacé et de l'Éocène d'—, par F. PRIEM, 117 (3 fig., pl. x), 366.

Voir : *Moghara*.

Eifélien. Obs. sur les minerais de fer —s de l'Ardenne franco-belge, par L. CAYEUX, 28.

Elbe. État actuel de la controverse touchant la structure de l'île d'—, par P. TERMIER, 35, 140.

Éocène de Royan (3^e note), par H. DOUVILLÉ, 7. — Sur des Vertébrés du Crétacé et de l'— d'Égypte, par F. PRIEM, 117, (3 fig., pl. x) 366. — Obs. sur diverses notes contenues dans le C.R.S. de la Réunion des Corbières en 1913, par L. CAREZ, 135, 421.

Épire. Recherches géol. en — mérid., par Carl RËNZ, 153.

Eruptif. L'évolution des magmas — tertiaires et récents dans le N.W. de la Sardaigne, par J. DEPRAT, (6 fig., pl. 1) 29, 57.

Espagne. Obs. au sujet d'une note de M. J. Kœnigsberger, par J. GROTH, 149.

Voir : *Baléares, Cardona, Catalogne, Pyrénées*.

F

FALLOT (Paul). Prés. d'ouvr., 25.

FALLOT (Charles JACOB et Paul). A propos de la tectonique des Pyrénées catalanes, 154.

Faucigny. Les formations fluvioglaciales de la région du —, par W. KILLIAN, 167.

Fer (minéral de). Sur la présence de la sidérite dans les parties calc. de la couche grise (— ealénien du bassin de Briey), par H. JOLY, 6. — Obs. sur les — eiféliens de l'Ardenne franco-belge, par L. CAYEUX, 28. — Prolongement oriental de la formation ferrugineuse du bassin du May, par L. CAYEUX, 79. — Note sur la géol. de la partie occid. du synclinal d'Urville et sa fermeture sous la forêt de Cinglais et la commune de Barbery, par F. KERFORNE [Obs. de L. CAYEUX ; A. BIGOT, 125], 92, (1 fig.) 441. — Note

sur les *Aspidoceras* du — éolithique de la Côte d'Or, par L. COLLOT, 93. —

Sur la présence d'Algues perforantes dans les — éolithiques de France, par L. CAYEUX, 131.

FILIOZAT (Marius). Sur le genre *Circo-phyllia* MILNE-EDWARDS et HAIME, 1848, 96.

FINET (Achille). Nécrologie, 101.

FLAMAND (G.B.M.). Lauréat du Prix Viquesnel, 113.

Forez. Les mylonites du —, par Ph. GLANGEAUD, 59. — Les cycles d'érosion dans la région des monts du —, par Ph. GLANGEAUD, 61.

FOURNIER (E.). [Rép. de L. BERTRAND à propos de] L'allure tectonique des env. de Licq-Atherey et de Ste-Engrace, 20, 52. — Le Bassin de St-Germain, près Lure (Hte-Saône), 123. — Obs. relatives à la note de M. Léon BERTRAND sur l'allure tectonique des env. de Licq-Atherey et de Ste-Engrace [Rép. de L. BERTRAND, 148], 123. Rép. de M. Léon CAREZ à des obs. sur la carte géologique, feuille de Mauléon, 133. — Sur qqs. points de la géologie des Pyrénées occidentales, 164.

Fresnes-les-Rungis (Seine). Contribution à l'étude des Bryozoaires fossiles, par F. CANU, 41.

FRITEL (P.-H.). Note sur les Aralias des flores crétaciques de l'Amérique du Nord et du Groenland, (28 fig.) 1.

FRI TSCH (Antoine). Nécrologie, 105.

Fusulines. Sur la présence d'un niveau à — dans le Permien de l'Ariège, par J. CARALP, 178.

G

GARDE (G.). Le laccolite microgranitique de Pouzol-Servant, 148, (9 fig.) 448.

Gascogne. La fixation des dunes de —, par Ed. HARLÉ, 80.

Gault. Sur la présence du — et d'un lambeau nummulitique de « grès du Vit » à la Lagne, près Castellane, par A. GUÉBHARD, 30.

GENTIL (Louis). Obs. à propos d'une note de M. POIRÉE, sur les plateaux des Beni Mtir, 68.

Géographie physique. Prés. de notes sur l'évolution de la plaine roumaine, par G. VALSAN, 26. — Les cycles d'érosion dans les régions septentrio-

- nales des monts du Forez, par Ph. GLANGEAUD, 61. — Sur les relations entre la forme des côtes du littoral méridional de l'Angleterre et leur constitution géol. par R. CÉSAR-FRANCK, 94. — Sur les relations entre la constitution géol. de l'île de Wight et la forme de ses côtes, par R. CÉSAR-FRANCK, 151.
- GIGNOUX (M.). Obs. des W. KILIAN, J. BOUSSAC à propos des recherches de — en Tarentaise, 14. — L'étage calabrien sur le versant N.E. de l'Apennin, entre le Monte Gargano et Plaisance, (5 fig.) 324.
- Glaciaire. Qqs points de la géol. quaternaire et de la morphologie du Canada, par P. LORY, 56. — Les formations fluvio—s de la région du Faucigny, par W. KILIAN, 167.
- GLANGEAUD (Ph.). Prés. d'ouvr., 34. — Sur les monts du Livradois et leur bordure tertiaire, 37. — Obs. à propos de l'âge relatif des coulées des Puy de Côme et de Louchadière [Obs. de L. BERTRAND], 41. — Obs. sur les coulées des Puy de Côme et de Louchadière [Obs. de L. BERTRAND], 57. — Les mylonites du Forez, 59. — Les cycles d'érosion dans la région septentrionale des monts du Forez, 61. — Sur de nombreuses secousses séismiques au Nord du Massif Central de juin à décembre 1913, 80, (1 fig.) 241.
- Gneiss. Sur la formation des —, par H. DOUVILLÉ, 162. — Considérations sur l'origine des —, par Stanislas MEUNIER, 175, 457.
- GOPY (Pierre). Prés. d'ouvr., 66.
- GOLLIEZ. Nécrologie, 104.
- GOSSELET (J.). Allocution de M. de Margerie à un banquet en l'honneur de M. —, 17. — Réponse de M. —, 18.
- Grèce. Voir : *Épire, Naïos*.
- Greenland. Note sur les Aralias des flores crétaciques de l'Amérique du Nord et du —, par P.-H. FRITEL, (28 fig.), 1.
- GROSSOUVRE (A. DE). Sur qqs épisodes de l'Histoire des temps sénoniens, 80, 232.
- GROTH (Jean). Prés. d'ouvr., 53, 129. — Obs. au sujet d'une note de M. Kœnigsberger, 149.
- GUÉBHARD (Adrien). Sur la présence du Gault et d'un lambeau nummulitique de « grès du Vit » à la Lagne, près Castellane, 30. — Carte structurale détaillée à 1/80 000 des env. de Castellane, 59, 66, (21 fig., pl. xvi) 487. — Prés. d'ouvr., 65.
- Guerre (*Chronique de la*) à la Société géol. Allocution par A. THEVENIN, 159. — Lettre de NÉGRIS, 159. — Demande de radiation des membres austro-allemands, 160. — Adresse à la Belgique, 160. — Attitude des géol. français, par W. KILIAN, 161.
- Guinée (*Haute*). Contribution à l'étude pétrographique des roches de la — et de la Côte d'Ivoire, par le colonel AZÉMA, 77, (1 fig.) 206.

H

- HAAS (Hippolyte-Jules). Nécrologie 105.
- Hammam Meskoutin. Notice géol. sur — (Algérie), par L. JOLEAUD [Obs. de J. BLAYAC, 118], 81, (6 fig.) 423.
- HARLÉ (Edouard). La fixation des dunes de Gascogne, 80.
- HAUG (Emile). Prés. d'ouvr., 26. — Obs. relatives à la revision de la Carte géol. à 1/80 000 dans la région provençale [en réponse à M. REPELIN, 32, 132], 32. — Lauréat de la médaille A. Gaudry, 109.
- Himalaya. Le Crétacé de l'—, par H. DOUVILLÉ, 172.
- HOLZAPFEL (Edouard). Nécrologie, 103.
- HURE (M^{lre} Augusta). Prés. d'ouvr., 180.

I

- Indochine. Prés. du 2^e vol. des Mém. du Serv. géol. de l'—, par H. LANTENOIS [Obs. de L. CAREZ], 127. — Les terrains sédimentaires de l'Indochine, par H. LANTENOIS, 135. — Les roches cristallines et éruptives et la tectonique de l'Indochine, par H. LANTENOIS, 139.
- Indre-et-Loire. Etude sur le Cénomaniens de Ciran (—), par G. LÉCOINTRE, 9, (6 fig.) 104.
- Insectes. Nlls. recherches sur qqs — du Sannoisien d'Aix-en-Provence, par F. MEUNIER, 63, (11 fig., pl. VI-VII) 187.
- Infralias. Le *Pagiophyllum peregrinum* SCHIMPER dans le détroit de Rodez (Aveyron), par P. MARTY, 71, (2 fig.) 201.

Isère. Les anciennes nappes alluviales et les terrasses du Rhône et de l'—, dans la région de Valence, par le général DE LAMOTHE, 153.

Voir : *Tarentaise.*

Italie. Voir : *Apennin, Elbe, Sardaigne.*

J

JACOB (Charles). Prés. d'ouvr., 25.

JACOB (Charles) et Paul JOLLOT. A propos de la tectonique des Pyrénées catalanes, 154.

JACOB (Henri). Nécrologie, 103.

JAMOT. Prés. d'ouvr., 34

JOLEAUD (L.). Notice géol. sur Hammam Meskoutin (Algérie) [Obs. de J. BLAYAC, 118], 81, (5 fig.) 423. — Découverte du Valanginien à Ammonites pyriteuses et de l'Albien à Echinides et Ostracés dans le massif du Chettaba, près de Constantine, 125, (1 fig.) 435. — Sur la tectonique de la Numidie nord-orientale et de la Tunisie septentrionale, 144.

JOLY (Henry). Prés. d'une note sur la présence de la sidérite dans les parties calcaires de la couche grise (minerai de fer aalénien du bassin de Briey), 6. — Sur l'allure de qqs failles du Bajocien et du Bathonien de la feuille de Nancy, 10. — Etudes sur les marnes à fossiles pyriteux du Callovien et de l'Oxfordien dans l'Est de la France, par H. JOLY, 142, 441.

JOURDY (général). Obs. à propos de la prés. d'éch. de phospho-carbonate de chaux, 10. — Contribution à la recherche de l'origine et de la genèse des dolomies sédimentaires [Obs. de L. [CAYEUX], 74. — A la mémoire de RAMES, 116. — Dolomies et Bactéries corallicoles, 119. — Origine et genèse des dolomies sédimentaires, (4 fig., pl. VIII-IX) 279.

Jura. Sur l'extension de la Craie à silex dans le — mérid., par BOURGEAT, 63, 199. — Le Mt. Poupet, près de Salins, par BOURGEAT, 94, (1 fig.) 407.

Jurassique. Présence du Dogger dans le — de la Bévera et de la Roya, par W. KILIAN, 15.

Voir : *Bajocien, Bathonien, Callovien, Oxfordien.*

K

KILIAN (W.). Sur les brèches du Plan-de-Nette [Obs. de J. BOUSSAC], 14, 22.

— Présence du Dogger dans le Jurassique de la Bévera et de la Roya, 15.

— Sur une monographie des Bélemnites paléocrétacées, parue à Moscou, 49. — Sur la tectonique de Majorque (Baléares), 117. — Les formations fluvioglaciaires de la région du Faucigny (Hte-Savoie), 167. — A propos du Bathonien intraalpin, 169.

KÉRFORNE (F.). Note sur la géol. de la partie occid. du synclinal d'Urville (Calvados) et sa fermeture sous la forêt de Cinglais et la commune de Barbery [Obs. de L. CAYEUX, Obs. de A. BIGOT, 125], 92, (1 fig.) 441.

L

Laccolite. Le — microgranitique de Pouzol-Servant, par G. GARDE, 148, (9 fig.) 448.

LACQIN. Nécrologie, 103.

LACROIX (A.). Argiles tongriennes de Romainville et leptynites grenatifières [Obs. de G.-F. DOLLFUS, 42, 44, 69], 54.

Lagne (la). Sur la présence du Gault et d'un lambeau nummulitique de « grès du Vit » à —, près Castellane, par A. GUÉBHARD, 30.

LAMBERT (J.). Sur la présence du Bartonien dans la Chalosse, 30, 23.

LAMOTHE (général DE). Les anciennes nappes alluviales et les terrasses du Rhône et de l'Isère dans la région de Valence, 153.

Landes. Sur la présence du Bartonien en Chalosse, par J. LAMBERT, 30. — Les schistes à sérinite de Montpeyrroux, dans la Chalosse, au Sud de Dax (—), par J. WELSCH, 98.

LANQUINE (Antonin). Prés. d'ouvr., 33.

LANTENOIS (H.). Prés. du 2^e vol. des Mém. du Serv. géol. de l'Indochine, 127. — Les terrains sédimentaires de l'Indochine, 135. — Les roches cristallines et éruptives et la tectonique de l'Indochine, 139.

LARGER (René). Prés. d'ouvr., 180.

LECOINTRE (G.). Etude sur le Cénomanién de Ciran (Indre-et-Loire), 9, (6 fig.) 104.

LEGENDRE (Dr.). Sur la signification géol. de qqs végétaux fossiles recueillis par le — dans le S.W. de la Chine, par F. PELOURDE, 59, (pl. v) 179.

LÉGIS. Nécrologie, 101.

Leptynites. Argiles tongriennes de Ro-

- mainville et — grenatifères, par A. LACROIX, 54.
- Lias*. Sur les brèches polygéniques et les calcaires du — inf. de la Tarentaise [Obs. de W. KILIAN, J. BOUSSAC], par H. JOLY, 12.
- Licq-Atherey*. Sur l'allure tectonique des env. de — et de Ste-Engrace (B.-Pyr.), par L. BERTRAND, 20 [Obs. de E. FOURNIER, 123], 148, (7 fig.) 28.
- Livradois*. Sur les monts du — et leur bordure tertiaire, par Ph. GLANGEAUD, 37.
- Loire*. Appendice à la flore fossile de la Basse—; par Ed. BUREAU, 30, (pl. II) 116.
Voir : *Forez*.
- LONGCHAMBON. Prés. d'ouvr., 65.
- LORRIN (Victor-Claude). Nécrologie, 101.
- LORY (P.). Qqs points de la géol. quaternaire et de la morphologie du Canada, 56.
- Louchadière (Puy de)*. Sur l'âge relatif des coulées des Puys de Côme et de Louchadière, par L. BERTRAND [Obs. de Ph. GLANGEAUD], 39. — Obs. sur les coulées des Puys de Côme et de Louchadière, par Ph. GLANGEAUD, 57. — A propos de la coupe du sondage Michelin, près de Pontgibaud, par L. BERTRAND, 57.
- LUCAS (Daniel). Prés. d'ouvr., 86.
- LUGEON (Maurice). Rapport sur l'attribution de la médaille A. Gaudry à M. E. HAUG, 109.
- Lure*. Le Bassin de St-Germain, près —, par E. FOURNIER, 123.
- Lutétien*. Détermination de l'âge — sup. du Nummulitique de Naxos (Cyclades), par Ph. NÉGRIS et J. BOUSSAC, 91.
Voir : *Tertiaire*.
- M**
- Majorque*. Sur la tectonique de — (Balears), par W. KILIAN, 117.
- Mammifères*. Sur un gisement de — quaternaires à la métairie de Chartres, près Rochefort, par J. WELSCHE, 48.
- MANSUY (H.). Prés. d'ouvr., 127.
- MARGERIE (Emm. DE). Allocution à un banquet en l'honneur de M. GOSSELET, 17. — Prés. d'ouvr., 19.
- Marnes vertes*. Voir *Tongrien*.
- Maroc*. Note sur les plateaux des Beni-Mtir et Beni-Mguild (— central), par E. POIRÉE [Obs. de L. GENTIL], 66.
- MARTEL (E.A.). Prés. d'ouvr., 54, 73, 161.
- MARTONNE (Emm. DE). Prés. de notes de M. VALSAN sur l'évolution de la plaine roumaine, 26. — Prés. d'ouvr., 130. — Obs. sur les Carpathes méridionales, la Dobrogea et la Crimée, 133.
- MARTY (Pierre). Le *Pagiophyllum peregrinum* SCHIMPER dans le détroit de Rodez (Aveyron), 71, (2 fig.) 201.
- MARTY (P.) et F. VLÈS. Remarques sur la géol. de la presqu'île de Sicili, 165.
- Mauléon*. Remarques sur la Carte géologique, feuille de —, par L. CAREZ [Rép. de E. FOURNIER, 164], 133.
- Massif central*. Sur les monts du Livradois et leur bordure tertiaire, par Ph. GLANGEAUD, 37. — Sur l'âge relatif des coulées des Puys de Côme et de Louchadière, par L. BERTRAND [Obs. de Ph. GLANGEAUD], 39. — Obs. sur les coulées des Puys de Côme et de Louchadière, par Ph. GLANGEAUD, 57. — A propos de la coupe du sondage Michelin, près de Pontgibaud, par L. BERTRAND, 57. — Les mylonites du Forez, par Ph. GLANGEAUD, 59. — Les cycles d'érosion dans la région septentrionale des monts du Forez, par Ph. GLANGEAUD, 61. — Sur de nombreuses secousses séismiques au N. du —, de juin à décembre 1913, par Ph. GLANGEAUD, 80, (1 fig.) 241. — Le lacolite microgranitique de Pouzol-Servant, par G. GARDE, 148 (9 fig.), 448.
- May*. Prolongement oriental de la formation ferrugineuse du bassin de — (Calvados), par L. CAYEUX, 79.
- Mayence*. Le *Rhinoceros tagicus* du Musée de Francfort-sur-Main (Oligocène sup. de Budenheim, près —), par F. ROMAN, 92, (8 fig.) 349.
- Mélobésies*. Contribution à la recherche de l'origine et de la genèse des dolomies sédimentaires, par le général JOURDY, 74. — Obs. sur le diagnostic de la dolomie et de la calcite par les colorants, et sur le rôle des — dans la formation de la dolomie, par L. CAYEUX, 76. — Dolomies et Bactéries corallicoles, par le général JOURDY, 119. — Origine et genèse des dolomies sédimentaires, par le gén. JOURDY, (4 fig., pl. VIII-IX) 279.
- MEUNIER (Fernand). Nouvelles recher-

- ches sur qqs Insectes du Sannoisien d'Aix-en-Provence, 63, (11 fig. pl. vi-vii) 487.
- MEUNIER** (Stanislas). Allocution 2, 101. — A la mémoire de Rames, 116. — Considérations sur l'origine des gneiss, 175, 457.
- Meurthe-et-Moselle**. Sur l'allure de qqs failles du Bajocien et du Bathonien de la feuille de Nancy (—), par H. JOLY, 10. — Etudes sur les marnes à fossiles pyriteux du Callovien et de l'Oxfordien dans l'Est de la France, par H. JOLY, 142, 411.
- Minéralogie**. Prés. d'éch. de quercyite (phospho-carbonate de chaux), par P. TEILHARD DE CHARDIN [Obs. du général JOURDY], 9. — Sur la présence de la sidérite dans les parties calc. de la couche grise du Bassin de Briey, par H. JOLY, 6.
- Miocène**. Découverte du — à Naxos, par Ph. NÉGRIS et J. BOUSSAC, 143.
- Mivoie (La)**. Le gisement fossilifère albien de —, près Saint-Satur (Cher), par P. COMBES [Obs. de M. COSSMANN], 183, 475.
- Mogbara**. Le massif du —, par H. DOUVILLÉ et COUYAT-BARTHOUX, 171.
- MONESTIER** (J.). Prés. d'ouvr., 20. — Prés. d'une note : sur la stratigr. paléont. et sur la faune d'Ammonites du Toarcien sup. dans la région S.E. de l'Aveyron, 98.
- Montpeyroux**. Les schistes à séricite de —, dans la Chalosse au Sud de Dax (Landes), par J. WELSCH, 98.
- Mont Poupet**. Le —, près de Salins, par BOURGEAT 94, (1 fig.), 407.
- MORIN** (M.). Nécrologie, 33.
- MOUREAU** (abbé). Nécrologie, 53.
- MUNTEANU-MURGOCI**. Rapports tectoniques entre l'aire cimérienne et les Carpathes méridionales [Obs. de E. DE MARTONNE], 131.
- N**
- Nancy**. Sur l'allure de qqs failles du Bajocien et du Bathonien de la feuille de —, par H. JOLY, 10.
- Naxos**. Détermination de l'âge lutétien sup. du Nummulitique de — (Cyclades), par Ph. NÉGRIS et J. BOUSSAC, 91. — Découverte du Miocène à — (Cyclades), par Ph. NÉGRIS et J. BOUSSAC, 143.
- Nécrologie**. M. MORIN, 33. — DUVER-
- GIER DE HAURANNE**, 53. — **MOUREAU** (abbé), 53. — **LÉON PERVINQUIÈRE**, 58, 103, 478. — **Philippe THOMAS**, 58. — **Ed. SUESS**, 73. — **LÉGIS**, 101. — **Philadelphie THOMAS**, 101. — **Victor-Claude LORRIN**, 101. — **Achille FINET**, 101. — **BONNARDOT**, 102. — **Henri DOUXAMI**, 102. — **LACQIN**, 103. — **Henri JACOB**, 103. — **Edouard HOLZAPFEL**, 103. — **Igino COCCHI**, 104. — **GOLLIEZ**, 104. — **Hippolyte-Jules HAAS**, 105. — **Antoine FRITSCH**, 105. — **J.-B. RAMES**, 116. — **VAILLANT** (Léon), 176. — **Albert CHEUX**, 176.
- NÈGRE** (Georges). Sur la formation actuelle du phosphate de chaux, 46.
- NÉGRIS** (Ph.) et **Jean BOUSSAC**. Détermination de l'âge lutétien sup. du Nummulitique de Naxos (Cyclades), 91. — Découverte du Miocène de Naxos, 143.
- Néolithique**. Sur la présence de haches —s dans l'argile à Scrobiculaires des marais maritimes de l'île d'Oléron, par J. WELSCH, 47.
- Nivernais**. Sur l'âge des terrains lacustres du — méridional par DARESTE DE LA CHAVANNE et PANTHIER, 150.
- Numidie**. Obs. sur la chaîne numidique (Algérie), par J. BLAYAC, 118. — Sur la tectonique de la — nord-orientale et de la Tunisie septentrionale, par L. JOLEAUD, 144.
- Nummulitique**. Sur la présence du Gault et d'un lambeau — de « grès du Vit » à la Lagne, près Castellane, par A. GUÉBARD, 30. — Détermination de l'âge lutétien sup. du — de Naxos (Cyclades), par Ph. NÉGRIS et J. BOUSSAC, 91.
- Nurra di Sassari**. Sur la tectonique des terrains primaires dans la — (Sardaigne), par P. TERMIER 26, (3 fig.), 42.
- O**
- Oléron (Ile d')**. Sur la présence de haches néolithiques dans l'argile à Scrobiculaires des marais maritimes de l'—, par J. WELSCH, 47.
- Oligocène**. Le *Rhinoceros tagicus* du Musée de Francfort-sur-Main (— sup. de Budenheim, près Mayence), par F. ROMAN, 92, (8 fig.) 349.
- Oostrombus Sacco**. Sur les affinités morphologiques des genres *Thersites* COQUAND, *Pereiraia* CROSSE, —, Gas-

tropodes fossiles des provinces tertiaires méditerranéennes, par J. SAVORNIN, 97, (9 fig.) 310.

Otolithes. Voir : *Poissons*.

Oxfordien. Etudes sur les marnes à fossiles pyriteux du Callovien et de l'— dans l'Est de la France, par H. JOLY, 142, 441.

P

Paléobotanique. Appendice à la flore fossile de la Basse-Loire, par Ed. BUREAU, 30, (pl. II) 116. — Sur une feuille de Palmier du Sparnacien d'Auteuil, par E. COMBES, 83. — Note sur les Aralias des flores crétaciques de l'Amérique du Nord et du Groenland, par P.-H. FRITEL, (28 fig.) 1. — Sur la signification géol. de qqs végétaux fossiles recueillis par le D^r LEGENDRE dans le S. W. de la Chine (pl. v), 59, 179. — *Le Pagiophyllum peregrinum* SCHIMPER dans le détroit de Rodez (Aveyron), par P. MARTY, 71, (2 fig.) 201.

Paléontologie. Les Réquiénidés et leur évolution, par H. DOUVILLÉ, 88, (4 fig., pl. XI), 383. — Les Spongiaires primitifs, par H. DOUVILLÉ, 90, (1 fig., pl. XII-XIII), 397. — Note sur les *Aspidoceras* du minerai de fer oolithique de la Côte d'Or, par L. COLLOR, 93. — Sur le genre *Circophyllia* MILNE-EDWARDS et HAIME, par M. FILLIOZAT, 96. — Sur les Poissons fossiles des terr. tertiaires sup. du S. W. de la France, par E. PRIEM, 31 (33 fig., pl. III) 118. — Contributions à l'étude des Bryozoaires fossiles, par F. CANU (pl. IV), 147. — Nils recherches sur qqs insectes du Sanoisien d'Aix-en-Provence, par F. MEUNIER, 63 (11 fig., VI-VII), pl. 187. — Sur des Otolithes de Poissons fossiles des terrains tertiaires supérieurs du S. W. de la France, par F. PRIEM, 82, (74 fig.) 244. — Sur les affinités morphologiques des genres *Thersitea* COQUAND, *Pereiraia* CROSSE, *Oostrombus* SACCO, Gastéropodes fossiles des provinces tertiaires méditerranéennes, par J. SAVORNIN, 97, (19 fig.) 310. — Le *Rhinoceros* (*Cerathorinus*) *tagicus* du Musée de Francfort-sur-le-Main (Oligocène sup. de Budenheim, près Mayence), par Fr. ROMAN, 92, (8 fig.) 349. — Sur des Vertébrés du Crétacé et de l'Éocène d'Égypte, par F. PRIEM, (3 fig., pl. X)

366. — Les Rudistes du Turkestan, par H. DOUVILLÉ, 86, (7 fig.) 390. — Les Bryozoaires fossiles des terrains du S. W. de la France, par F. CANU, 177 (pl. XIV-XV), 465.

Paléozoïque. Voir : *Primaire*.

Palmier. Sur une feuille de — du Sparnacien d'Auteuil, par P. COMBES, 83.

PANTHIER (DARESTE DE LA CHAVANNE et), Sur l'âge des terrains lacustres du Nivernais méridional, 150.

Paris (*Bassin de*). Les argiles tertiaires du —, par G.-F. DOLLFUS, 42. — Origine des sédiments des couches tertiaires du —, par G.-F. DOLLFUS, 41. — Argiles tongriennes de Romainville et leptynites grenatiformes par A. LACROIX, 54. — Obs. complémentaires sur l'argile verte, tongrienne du —, par G.-F. DOLLFUS [Obs. de G. RAMOND], 69. — Sur une feuille de Palmier du Sparnacien d'Auteuil, par P. COMBES, 83.

PELOURDE (Fernand). Sur la signification géol. de qqs végétaux fossiles, recueillis par le D^r Legendre dans le S. W. de la Chine, 59, (pl. V) 179.

Pereiraia CROSSE. Sur les affinités morphologiques des genres *Thersitea* COQUAND, —, *Oostrombus* SACCO, Gastéropodes fossiles des provinces tertiaires méditerranéennes, par J. SAVORNIN, 97, (19 fig.) 310.

Permien. Sur la présence d'un niveau à Fusulines dans le — de l'Ariège, par J. CARALP, 178.

PERRET (Robert). Prés. d'ouvr., 74.

PERVINQUIÈRE (Léon). Prés. d'un ouvrage de feu —, par HAUG, 16. — Prés. d'un ouvrage de feu —, 58. — Nécrologie, 103. — Notice nécrologique, par Arm. THEVENIN, 478.

PEYROT (CÖSSMANN et). Prés. d'ouvr., 176.

Pétrographie. L'évolution des magmas éruptifs tertiaires et récents dans le N. W. de la Sardaigne, par J. DEPRAT, 29, (6 fig., pl. I) 57. — Argiles tongriennes de Romainville et leptynites grenatiformes, par A. LACROIX, 54. — Contribution à la recherche de l'origine et de la genèse des dolomies sédimentaires, par le général JOURDY, 74. — Obs. sur le diagnostic de la dolomie et de la calcite par les colorants et sur le rôle des Mélobésies dans la formation de la dolomie, par L. CAYEUX, 76. —

- Sur la formation des gneiss, par H. DOUVILLÉ, 162. — Dolomies et Bactéries corallicoles, par le général JOURDY, 119. — La précipitation du carbonate de chaux, par R. ZUBER, 166. — Considérations sur l'origine des gneiss, par Stanislas MEUNIER, 175, 457. — Contr. à l'étude pétrographique des roches de la Côte d'Ivoire et de la Haute-Guinée, par le col. AZÉMA, 77, (1 fig.) 206. — Origine et genèse des dolomies sédimentaires, par le gén. JOURDY, (4 fig., pl. VIII-IX) 279.
- Phosphate.** Prés. d'éch. de quercyite (phospho-carbonate de chaux), par P. TEILHARD DE CHARDIN [Obs. du général JOURDY], 9. — Sur la formation actuelle du — de chaux, par G. NÈGRE, 46.
- Plaisance.** L'étage calabrien sur le versant N. E. de l'Apennin, entre le Monte Gargano et —, par M. GIGNOUX, (5 fig.) 324.
- Plan-de-Nette.** Sur les brèches du — ; obs. de W. KILIAN, J. BOUSSAC, 14, 22.
- Pliocène.** L'étage calabrien (— sup. marin) sur le versant N. E. de l'Apennin, entre le Monte Gargano et Plaisance, par M. GIGNOUX, (5 fig.) 224.
- POIRÉE (E.).** Note sur les plateaux des Beni-Mtir et Beni-Mguild (Maroc central) [Obs. de L. GENTIL], 66.
- Poissons.** Sur les — fossiles des terrains tertiaires sup. du S. W. de la France, par F. PRIEM, 31, (33 fig., pl. III) 118. — Sur des otolithes de — fossiles des terrains tertiaires sup. du S. W. de la France, par F. PRIEM, 82, (74 fig.) 244.
- Pouzol-Servant.** Le laccolite microgranitique de —, par G. GARDE, 148, (9 fig.) 448.
- PRIEM (F.).** Sur les Poissons fossiles des terrains tertiaires sup. du S. W. de la France, 31, (33 fig., pl. III) 118. — Sur des otolithes de Poissons fossiles des terrains tertiaires sup. du S. W. de la France, 82, (74 fig.) 244. — Sur les Vertébrés du Crétacé et de l'Éocène d'Égypte, 117, (3 fig., pl. X) 366.
- Primaire.** Sur la tectonique des terrains —, dans la Nurra di Sassari (Sardaigne), par Pierre TERMIER, (3 fig.) 26, 42. — Obs. au sujet d'une note de M. Kœnigsberger, par J. GROTH, 149. Voir : *Carbonifère, Eifélien.*
- Prix et fondations de la Société.** Leur distribution, 108. — Rapport sur l'attribution de la médaille A. Gaudry à M. HAUG, par M. LUGEON, 109. — Rapport sur l'attribution du Prix Viquesnel à M. G.-B.-M. FLAMAND, par Ch. DEPÉRET, 113.
- Provence.** Obs. sur les modifications apportées aux nappes provençales par les mouvements alpins, par J. REPELIN [Obs. de L. BERTRAND, 42], 31. — Obs. relatives à la revision de la Carte géol. à 1/80 000 dans la région provençale, par J. REPELIN [Obs. de E. HAUG], 32, 132. — Nils. recherches sur qqs. Insectes du Sanoisien d'Aix-en —, par F. MEUNIER, 63, (11 fig., pl. VI-VII), 187.
- PRUVOST (Pierre).** Prés. d'ouvr., 86.
- PUSSENOT.** Sur les brèches polygéniques et les calcaires du Lias inférieur de la Tarentaise [obs. de KILIAN, J. BOUSSAC], 12.
- Puys (Chaîne des).** Sur l'âge relatif des coulées des Puys de Côme et de Louchadière, par L. BERTRAND [Obs. de Ph. GLANGEAUD], 39. — Obs. sur les coulées des Puys de Côme et de Louchadière, par Ph. GLANGEAUD, 57. — A propos de la coupe du sondage Michelin, près de Pontgibaud, par L. BERTRAND, 57.
- Puy-de-Dôme.** Le laccolite microgranitique de Pouzol-Servant, par G. GARDE, 148, (9 fig.) 448. Voir : *Chaîne des Puys, Massif Central.*
- Pyrénées.** Sur la formation des chevauchements et plis couchés vers le Sud, dans les —, par L. BERTRAND, 146. — A propos de la tectonique des — catalanes, par Charles JACOB et P. FALLOT, 154. — Sur la présence d'un niveau à Fusulines dans le Permien de l'Ariège, par J. CARALP, 178. Voir aux auteurs : L. BERTRAND, L. CAREZ, E. FOURNIER.
- Pyrénées (Basses-).** Sur l'allure tectonique des env. de Licq-Athèrey et de Sainte-Engrace (—), par L. BERTRAND [Obs. de E. FOURNIER, 123], 20, 148, (7 fig.) 28.

Q

Quaternaire. Evolution des magmas éruptifs tertiaires et récents dans le N. W. de la Sardaigne, par J. DE-

PRAT, 29. — Sur la présence des haches néolithiques dans l'argile à Scrobiculaires des marais maritimes de l'île d'Oleron, par Jules WELSCH, 47. — Sur un gisement de Mammifères —s à la métairie de Chartres, près Rochefort, par J. WELSCH, 48. — Quelques points de la géol. — et de la morphologie du Canada, par P. LORX, 56. — La fixation des dunes de Gascogne, par Ed. HARLÉ, 80.

Quercyite. Prés. d'éch. de phospho-carbone de chaux, par P. TAILHARD DE CHARDIN [Obs. du G^{al} JOURDY], 9.

R

- RAMES.** A la mémoire de —, par le général JOURDY, 116.
- RAMOND (G.).** Obs. sur les glaises vertes, 71.
- RENZ (Carl).** Rech. géol. en Épire mérid., 57, 153.
- REPELIN (J.).** Obs. sur les modifications apportées aux nappes provençales par les mouvements alpins [Obs. de L. BERTRAND, 42], 31. — Obs. relatives à la revision de la carte géol. à 1/80 000 dans la région provençale [Obs. de E. HAUG], 32, 132.
- Requiénidés.** Les — et leur évolution, par H. DOUVILLÉ, 88 (4 fig., pl. XI), 383.
- RESSOUCHE (J.).** Prés. d'ouvr., 20.
- Réunion extraordinaire dans les Corbières en 1913.** Obs. sur diverses notes contenues dans le C. R. S. de la —, par L. CAREZ, 135, 421.
- Rhétien.** Sur la signification géol. de qqs. végétaux fossiles recueillis par le D^r LEGENDRE dans le S. W. de la Chine, par F. PELOURDE, 59, (pl. v) 179.
- Rhinocéros.** Le *Rhinoceros tagicus* du Musée de Francfort-sur-Main, par Fr. ROMAN, 92, (8 fig.) 349.
- Rhône.** Les anciennes nappes alluviales et les terrasses du — et de l'Isère dans la région de Valence, par le général de LAMOTHE, 153.
- Rochefort.** Sur un gisement de Mammifères quaternaires à la métairie de Chartres, près —, par J. WELSCH, 48.
- Rodez.** Le *Pagiophyllum peregrinum* SCHIMPER dans le détroit de— (Aveyron), par P. MARTY, 71, (2 fig.) 201
- Romainville.** Argiles tongriennes de — et leptynites grenatifères, par A. LACROIX, 54.
- ROMAN (Fr.).** Le *Rhinoceros tagicus* du Musée de Francfort-sur-Main, 92, (8 fig.) 349.
- Roumanie.** Prés. de notes sur l'évolution de la plaine roumaine, par G. VALSAN, 26. — Rapports tectoniques entre l'aire cimérienne et les Carpathes méridionales, par MUNTEANU-MURGOCI [Obs. de E. de MARTONNE], 131.
- Roya.** Présence du Dogger dans le Jurassique de la Bévera et de la —, par W. KILIAN, 15.
- Royan.** Éocène de — (3^e note), par H. DOUVILLÉ, 7.
- Rudistes.** Les Réquiénidés et leur évolution, par H. DOUVILLÉ, 88, (4 fig., pl. xi) 383. — Les — du Turkestan, par H. DOUVILLÉ, 86, (7 fig.) 390.
- Rupélien.** Les Bryozoaires fossiles des terrains du S. W. de la France, par F. CANU, 177, (pl. XIV-XV) 465.
- Russie.** Voir : *Abkhasie, Turkestan.*

S

- Saint-Germain.** Le Bassin de —, près Lure (Haute-Saône), par E. FOURNIER, 123.
- Saint-Satur.** Le gisement fossilifère albien de la Mivoie, près — (Cher), par P. COMBES [Obs. de M. COSSMANN], 183, 475.
- Sainte-Engrace.** Sur l'allure tectonique des env. de Licq-Atherey et de — (B.-Pyr.), par L. BERTRAND, 20 [Obs. de E. FOURNIER, 123], 148, (7 fig.) 28.
- Salines.** Les — de Cardona, par G.-F. DOLFFUS, 173.
- Sannoisien.** Nlls. recherches sur qqs. Insectes du — d'Aix-en-Provence, par F. MEUNIER, 63, (11 fig., pl. vi-vii) 187.
- Salins.** Le M^e Poupet, près de —, par BOURGEAT, 94, (1 fig.) 407.
- Saône (Haute-).** Le Bassin de Saint-Germain, près Lure (—), par E. FOURNIER, 123.
- Sardaigne.** Sur la tectonique des terrains primaires dans la Nurra di Sassari (—), par P. TERNIER, (3 fig.) 26, 42. — L'évolution des magmas éruptifs tertiaires et récents dans le N. W. de la —, par J. DEPRAT, 29, (6 fig., pl. I).

- Savoie (Haute-)*. Les formations fluvioglaciales de la région du Faucigny (—), par W. KILIAN, 167.
- SAVORNIN (J.)*. Sur les affinités morphologiques des genres *Thersitea* COQUAND, *Pereiraia* CROSSE, *Oostrombus* SACCO, Gastropodes fossiles des provinces tertiaires méditerranéennes, 97, (19 fig.) 310.
- SCHWETZOFF*. Monographie des Bélemnites infracrétacées de l'Abkhasie, Analyse, par W. KILIAN, 49.
- Secondaire*. Voir : *Crétacé*, *Gault*, *Infralias*, *Jurassique*, *Lias*.
- Seine*. Contribution à l'étude des Bryozoaires fossiles, par F. CANU, 41. — Argiles tongriennes de Romainville et leptynites grenatifères, par A. LACROIX, 54.
- Sénonien*. Sur qqs épisodes de l'histoire des temps —s, par A. de GROSSOUVRE, 80, 232.
- Séricite (schistes à)*. Les — de Montpeyroux dans la Chalosse, au Sud de Dax (Landes), par J. WELSCH, 98.
- Sicié (presqu'île de)*. Remarques sur la géol. de la —, par P. MARTY et F. VLÈS, 165.
- Sidérite*. Sur la présence de la — dans les parties calc. de la couche grise du Bassin de Briey, par H. JOLY, 6.
- Sparnacien*. Les argiles tertiaires du Bassin de Paris, par G.-F. DOLFFUS, 42. — Sur une feuille de Palmier du — d'Auteuil, par E. COMBES, 83.
- Spongiaires*. Les — primitifs, par H. DOUVILLÉ, 90, (1 fig., pl. XII-XIII) 397.
- Stampien*. Contributions à l'étude des Bryozoaires fossiles, par F. CANU, 41, (pl. IV) 147. — Les Bryozoaires fossiles des terrains du S. W. de la France, par F. CANU, 177, (pl. XIV-XV) 465.
- Suess (Eduard)*. Nécrologie, 73.
- T**
- Tarentaise*. Sur les brèches polygéniques et les calc. du Lias inf. de la — [Obs. de W. KILIAN, J. BOUSSAC], par H. JOLY, 12. — Sur les brèches du Plan-de-Nette; obs. de W. KILIAN, J. BOUSSAC, 14, 22.
- Tectonique*. Sur l'allure — des env. de Licq-Atherey et de Ste-Engrace (Basses-Pyrénées), par L. BERTRAND [Obs. de E. FOURNIER, 123] 20, 148, (7 fig.) 28. — Sur la — des terrains primaires dans la Nurra di Sassari (Sardaigne), par P. TERMIER 26, (3 fig.) 42. — Obs. relatives à la revision de la carte géol. à 1/80 000 dans la région provençale, par J. REPÉLIN [Obs. de E. HAUG], 32, 132. — Etat actuel de la controverse touchant la structure géol. de l'île d'Elbe, par P. TERMIER, 35, 140. — Etudes géol. sur Hammam Meskoutin (Algérie), par L. JOLEAUD [Obs. de J. BLAYAC, 118] 81, (5 fig.) 423.
- TEILHARD DE CHARDIN (P.)*. Prés. d'éch. de quercyte (phospho-carbonate de chaux) [Obs. de JOURDY], 9.
- TERMIER (Pierre)*. Prés. d'ouvr., 25. — Sur la tectonique des terrains primaires dans la Nurra di Sassari (Sardaigne), 26, (3 fig.) 42. — Etat actuel de la controverse touchant la structure de l'île d'Elbe; 35, 140. — Prés. d'ouvr., 130.
- Terrasses*. Les anciennes nappes alluviales et les — du Rhône et de l'Isère dans la région de Valence, par le général de LAMOTHE, 153.
- Tertiaire*. L'évolution des magmas éruptifs —s et récents dans le N.W. de la Sardaigne, par J. DEPRAT, 29, (6 fig., pl. I) 57. — Sur les Poissons fossiles des terrains —s sup. du S. W. de la France, par F. PRIEM, 31, (33 fig., pl. III) 118. — Sur les monts du Livradois et leur bordure —, par Ph. GLANGEAUD, 37. — Les Argiles —s du Bassin de Paris, par G.-F. DOLFFUS, 42. — Origine des sédiments des couches — du Bassin de Paris, par G.-F. DOLFFUS, 44. — Notice géol. sur Hammam Meskoutin (Algérie), par L. JOLEAUD, 81, (6 fig.) 423. — Sur des otolithes de Poissons fossiles des terrains — sup. du Sud-Ouest de la France, par F. PRIEM, 82, (74 fig.) 244. — Sur les affinités morphologiques des genres *Thersitea* COQUAND, *Pereiraia* CROSSE, *Oostrombus* SACCO; Gastropodes fossiles des provinces méditerranéennes, par J. SAVORNIN, 97, (19 fig.) 310. — Conchyliologie de la molasse de l'Armagnac, par G.-F. DOLFFUS, 121. — Sur l'âge des terrains lacustres du Nivernais méridional, par DARESTE DE LA CHAVANNE et PANTHIER, 150. — Sur la présence du Bartonien dans la Chalosse, par J. LAMBERT, 30, 23. Voir : *Eocène*, *Miocène*, *Nummulite*

- tique, Oligocène, Pliocène, Sannoisien, Stampien.*
- Thersitea** COQUAND. — Sur les affinités morphologiques des genres —, *Pereiraia* CROSSE, *Oostrombus* SACCO, Gastropodes fossiles des provinces tertiaires méditerranéennes, par J. SAVORNIN, 97 (19 fig.), 310.
- THEVENIN** (Armand). Allocution, 4, 159. — Notice nécrologique de LÉON PERVINQUIÈRE, 478.
- THOMAS** (Philadelphie). Nécrologie, 101.
- THOMAS** (Philippe). Présentation de l'essai d'une description géol. de la Tunisie (3^e partie), par feu —, 58.
- Tongrien**. Les argiles tertiaires du Bassin de Paris, par G.-F. DOLLFUS, 42. — Argiles —nes de Romainville à leptynites grenatiformes, par A. LACROIX, 54. — Obs. complémentaires sur l'argile verte —ne du Bassin de Paris, par G.-F. DOLLFUS [Obs. de G. RAMOND], 69.
- Tonkin**. Voir : *Indochine*.
- Tremblements de terre**. Sur de nombreuses secousses séismiques au N. du Massif Central de juin à décembre 1913, par Ph. GLANGEAUD, 80, (1 fig.) 241.
- Tunisie**. Sur la tectonique de la Numidie nord-orientale et de la — septentrionale, par L. JOLEAUD, 144.
- Turkestan**. Rudistes du —, par H. DOUVILLÉ, 86.

U

- Urville**. Note sur la géol. de la partie occid. du synclinal d'— (Calvados) et sa fermeture sous la forêt de Cinglais et la commune de Barbery, par F. KERFORNE [Obs. de L. CAYEUX; A. BIGOT, 125], 92, (1 fig.) 441.

V

- VAILLANT** (Léon). Nécrologie, 176.
- Valanginien**. Découverte du — à Ammo-

nites pyriteuses et de l'Albien à Échinides et Ostracés dans le massif du Chettaba, près de Constantine, par L. JOLEAUD, 125, (1 fig.) 435.

Valence. Les anciennes nappes alluviales et les terrasses du Rhône et de l'Isère dans la région de —, par le général de LAMOTHE, 153.

VALSAN (G.). Prés. de notes sur l'évolution de la plaine roumaine, 26.

Var. Voir : *Provence*.

Vertébrés. Sur des — du Crétacé et de l'Éocène d'Égypte, par F. PRIEM, 117, (3 fig., pl. x) 366.

VIDAL (L.M.). Analyse par G.F. DOLLFUS de sa note sur les salines de Cardona, 173.

Vlès (P. MARTY et F.). Remarques sur la géol. de la presqu'île de Sicile, 165.

Vosges. Sur la présence de la sidérite dans les parties calc. de la couche grise du Bassin de Briey, par H. JOLLY, 6.

W

WELSCH (Jules). Sur la présence de haches néolithiques dans l'argile à Scrobiculaires des marais maritimes de l'île d'Oleron, 47. — Sur un gisement de Mammifères quaternaires à la métairie de Chartres, près Rochefort, 48. — Les schistes à sérécite de Montpeyrroux, dans la Chalosse, au Sud de Dax (Landes), 78. — Prés. d'ouvr., 130.

Wight (île de). Sur les relations entre la constitution géol. de l'— et la forme de ses côtes, par R. CÉSAR-FRANCK, 151.

Z

ZUBER (R.). La précipitation du carbonate de chaux, 166.

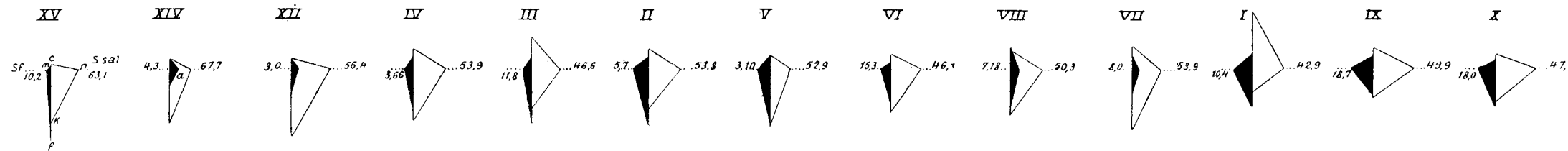
DATES DE PUBLICATION

des fascicules qui composent ce volume.

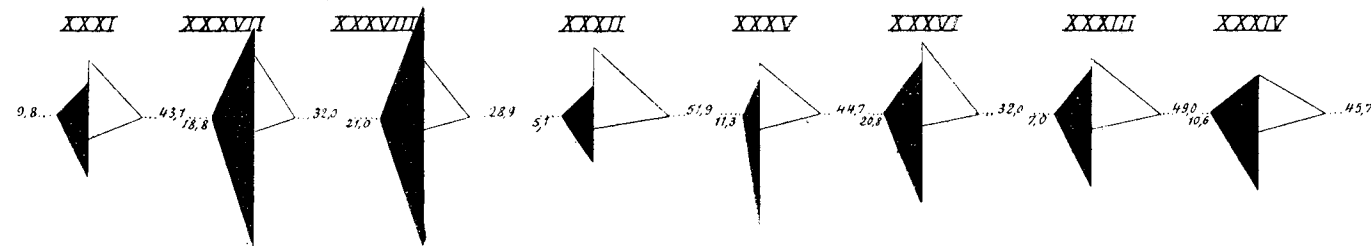
Fascicule 1-2	—	(Feuilles 1-4)	Mai	1914
—	3-4	(— 5-11, pl. I-IV)	Nov.	1914
—	5	(— 12-17, pl. V-VII)	Juin	1915
—	6	(— 18-24, pl. VIII-X)	Sept.	1915
—	7-9	(— 25-35, pl. XI-XVI)	Avril	1916

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS.

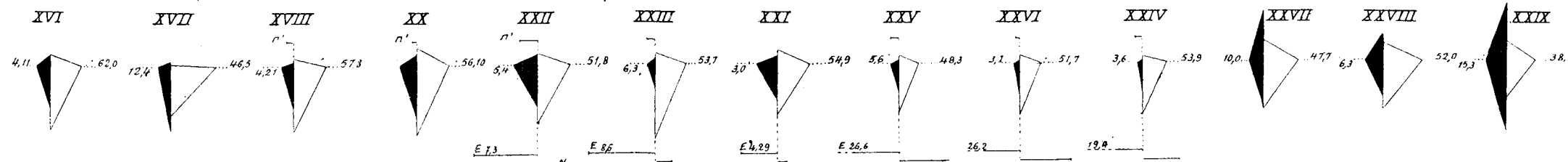
A Cycle antémiocène



B Premier cycle (posthelvétien) des éruptions basiques du Logudoro et de l'Anglona



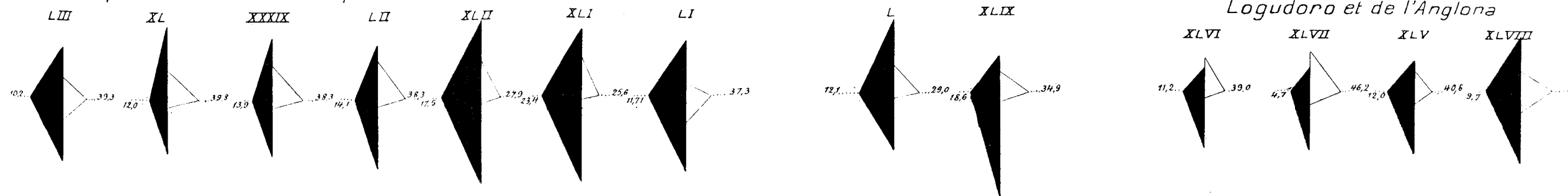
C Cycle trachytique du noyau du M^{te} Ferru et types analogues du Logudoro



D Cycle (posthelvétien) basaltique du M^{te} Ferru et de ses alentours

E. Eruptions dernières du M^{te} Ferru

F Cycle des éruptions récentes du Logudoro et de l'Anglona



- XV Rhyolite (*Liparose* I, 4, 1, 3). Sa puntigia.
- XIV Rhyolite (*Toscanose* I, 4, 2, 3). Monte Donna (Logudoro).
- XII Trachyte (*Phlegrose* I, 5, 1, 3). San Giorgio (Anglona).
- IV Dacirhyolite (*Shoshonose* II, 5, 3, 4). Regione Caniga.
- III Dacirhyolite (*Shoshonose* II, 5, 3, 4). Monte Pizzolu (près Macomer).
- II Dacirhyolite (*Shoshonose* II, 5, 3, 4). Base de Punta Ittiresu (Anglona).
- V Trachyandésite (*Monzonose* II, 5, 2, 3). Entre Ittiri et Villanova (Logudoro).
- VI Trachyandésite (*Monzonose* II, 5, 2, 3). Casino Usai.
- VIII Trachyandésite (*Monzonose* II, 5, 2, 3). Catena de Cossuine (Logudoro).
- VII Trachyandésite (*Monzonose* II, 5, 2, 3). Chirralza (Anglona).
- I Andésite (*Andose* II, 5, 3, 4). Val Barca (Anglona).
- IX Andésite (*Andose* II, 5, 3, 4). Vallée du Riu Mannu (Anglona).
- X Andésite (*Dacose* II, 4, 2, 4). Vallée du Riu Mannu (Anglona).
- XVI Trachyandésite (*Pulaskose* I, 5, 2, 3). Castello Bonvei (Logudoro).
- XVII Trachyte (*Ilmenose* II, 5, 1, 3). Monte Muradu (Logudoro).
- XVIII Trachyte (*Pulaskose* I, 5, 2, 3). Monte Martu (Ferru).
- XX Trachyte (*Pulaskose* I, 5, 2, 3). Monte Urticu (Ferru).
- XXII Phonolite (*Pulaskose* I, 5, 2, 3). Sos Ojos (Ferru).
- XXIII Phonolite (*Phlegrose* I, 5, 1, 3). Monte Oc (Ferru).
- XXI Trachyphonolite (*Pulaskose* I, 5, 2, 3). Sud de Monte Urticu (Ferru).
- XXV Phonolite (*Beemerose* I, 6, 1, 3). Sous Monte Commida (Ferru).
- XXVI Phonolite (*Beemerose* I, 6, 1, 3). Castell Ferru (Ferru).
- XXIV Phonolite (*Viezzenose* I, 6, 2, 4). Sous Monte Pazza.
- XXVII Trachyte à olivine (*Pulaskose* I, 5, 2, 3). Rocca sa tiria (Ferru).
- XXVIII Trachyphonolite à olivine (*Pulaskose* I, 5, 2, 3). Rocca sa turra (Ferru).
- XXIX Basalte anorthosique (*Lamarose* III, 5, 2, 3). Monte Ferru.
- XXXI Andésite (*Camptonose* III, 5, 3, 4). Ferru Ezzu.
- XXXVII Basalte (*Andose* II, 5, 3, 4). Tergu (Anglona).
- XXXVIII Basalte (*Andose* II, 5, 3, 4). Entre Nulvi et Laerru (Anglona).
- XXXII Andésite (*Labradorose* I, 5, 4, 5). Riu Gianturas (Anglona).
- XXXV Andésite (*Andose* II, 5, 3, 4). Riu Ranchida (Anglona).
- XXXVI Basalte (*Andose* II, 5, 3, 4). Sud de Tergu (Anglona).
- XXXIII Andésite (*Andose* II, 5, 3, 4). Près de Monte Giannanalias (Anglona).
- XXXIV Andésite (*Hessose* II, 5, 4, 4). Sous Monte Figulada (Logudoro).
- LIII Basalte (*Camptonose* III, 5, 3, 4). Près de Tresnuraghes.
- XL Basalte (*Camptonose* III, 5, 3, 4). Monte Sos Ojos (Ferru).
- XXXIX Basalte (*Camptonose* III, 5, 3, 4). Monte Entu (Ferru).
- LII Basalte (*Camptonose* III, 5, 3, 4). Route de Cuglieri à Santu Lussurgiu.
- XLII Basalte (*Auvergnose* III, 5, 4, 3). Monte Commida, Ferru.
- XLI Basalte (*Auvergnose* III, 5, 4, 3). Seda Oro, Logudoro.
- LI Basalte (*Lamarose* III, 5, 2, 3). Monte Oes, Pozzomaggiore.
- L Analcimtéphrite (*Scanose* III, 6, 2, 5). Scanu.
- XLIX Basalte (*Camptonose* III, 5, 3, 4). Volcan Austidu.
- XLVI Basalte (*Akérose* II, 5, 2, 4). Coulée du Coloru.
- XLVII Basalte (*Akérose* II, 5, 2, 4). Monte Massa.
- XLV Basalte (*Akérose* II, 5, 2, 4). Monte San Matten.
- XLVIII Basalte (*Monchiquose* III, 6, 2, 4). Monte Cueureddu (Logudoro).

DIAGRAMMES DES ROCHES ÉRUPTIVES TERTIAIRES ET RÉCENTES DU NORD-OUEST DE LA SARDAIGNE

EXPLICATION DE LA PLANCHE II

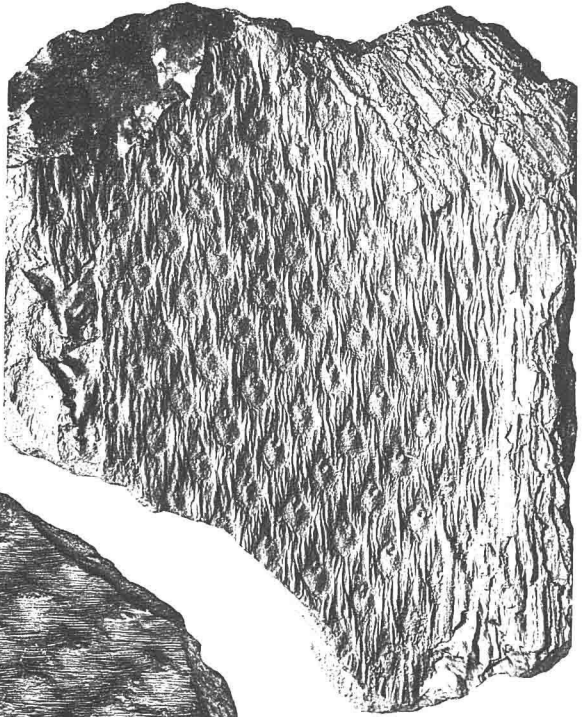
FIG. 1, 1 a. — **Sigillaria camptotænia** WOOD. — Puits-Neuf, mines de la Tardivière, commune de Mouzeil (Loire-Inférieure). — 1, grand. nat. ; 1a, partie du même, 2/1.

2, 2 a. — **Sigillaria corrugata** ED. BUREAU. — Puits-Neuf, mines de la Tardivière, commune de Mouzeil (Loire-Inférieure). — 2, grand. nat. ; 2 a, partie du même, 2/1.

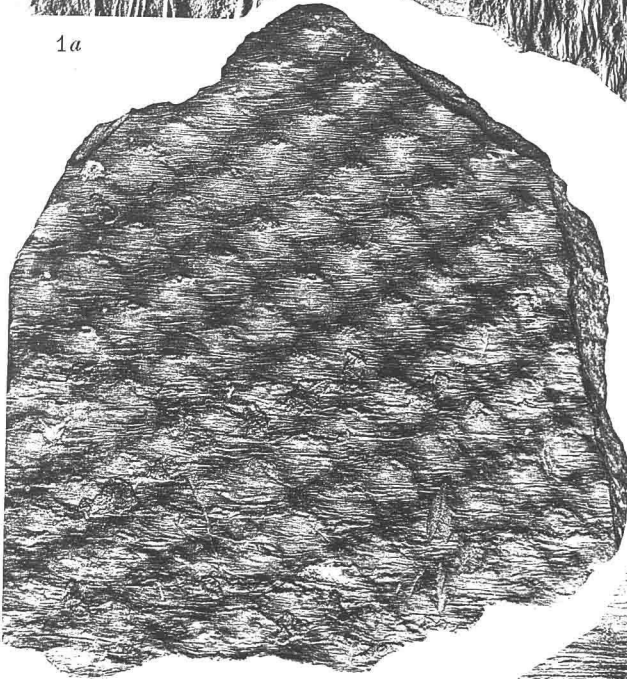
BULL. SOC. GÉOL. DE FR., (4), XIV, 1914.



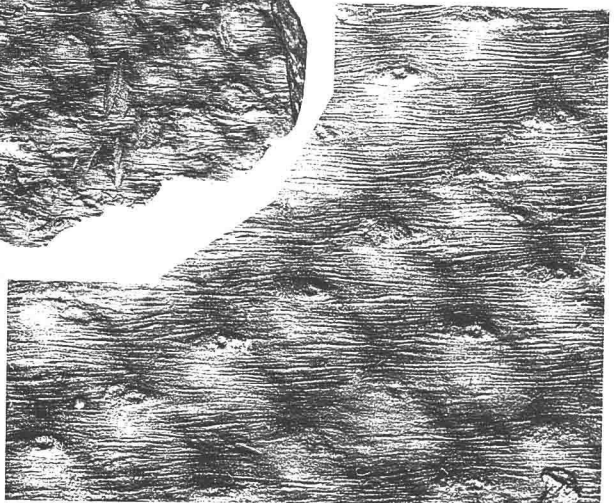
1a



1



2



2a

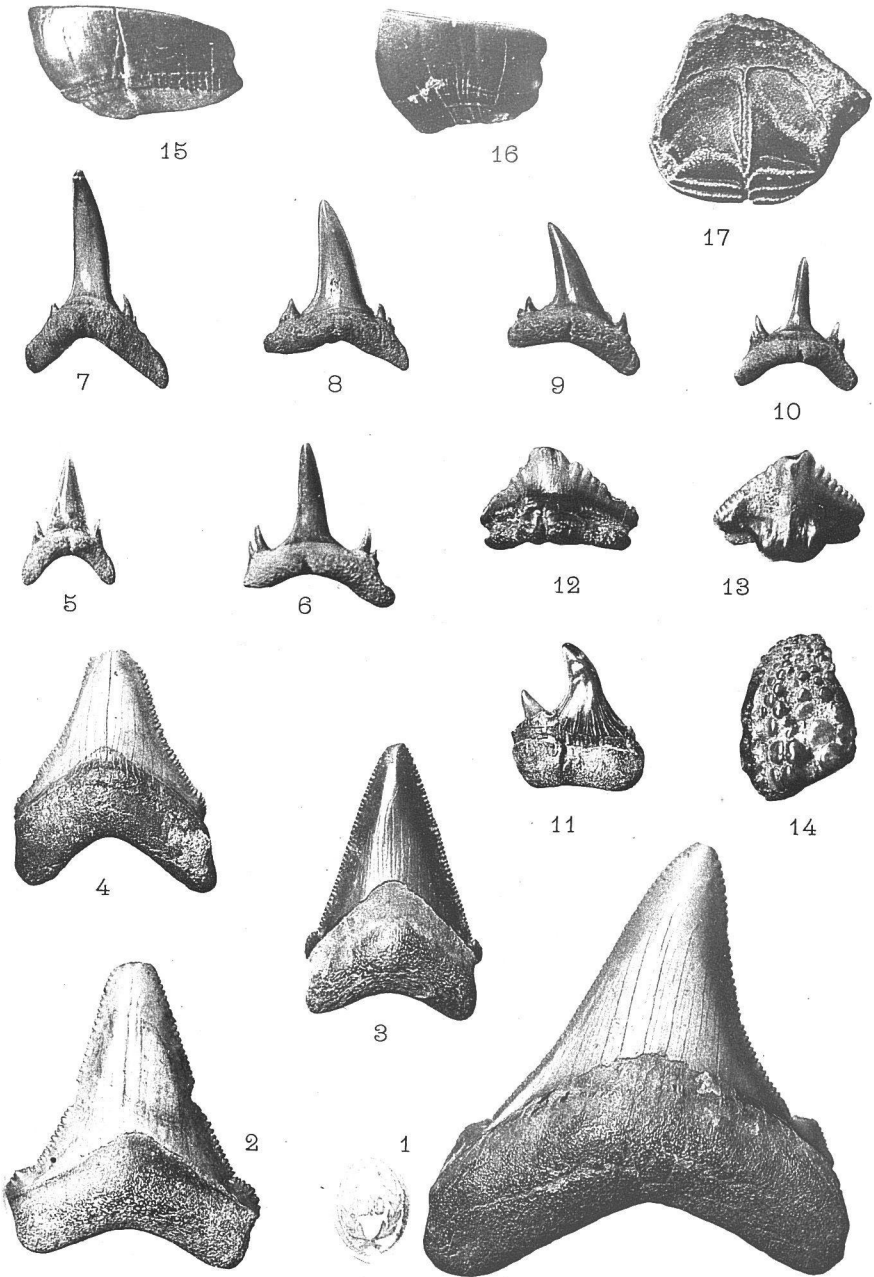


EXPLICATION DE LA PLANCHE III

- FIG. 1. — **Carcharodon polygyrus** AG. — Saint-Médard-en-Jalle (Gironde). Burdigalien. Collection Duvergier. Dent vue par la face interne, grandeur naturelle.
2. — **Carcharodon polygyrus** AG. — Léognan (mollasse ossifère) (Gironde). Burdigalien. Collection Degrange-Touzin. Dent vue par la face interne, grandeur naturelle.
3. — **Carcharodon angustidens** AG. — Saint-Geours (Landes), Aquitanien ? Collection Degrange-Touzin. Dent vue par sa face interne, grandeur naturelle.
4. — **Carcharodon megalodon** var. *productus* AG. — Saint-Médard-en-Jalle (Caupian) (Gironde). Burdigalien inférieur. Collection Degrange-Touzin. Dent vue par sa face interne, grandeur naturelle.
- 5-6. — **Odontaspis** aff. **ferox** RISSO sp. — Mérignac (Pontic) (Gironde). Burdigalien inférieur. Collection Duvergier. Dents latérales inférieures vues par la face interne au double de la grandeur.
- 7-8. — **Odontaspis** aff. **ferox** RISSO sp. — Sallespisse (Basses-Pyrénées). Helvétien. Collection Degrange-Touzin. Dents vues par la face interne, grandeur naturelle. — [Fig. 7, dent antérieure de la mâchoire inférieure ; fig. 8, dent latérale supérieure].
- 9-10. — **Odontaspis** aff. **ferox** RISSO sp. — Même provenance, même collection. Dents vues par la face interne au double de la grandeur. — [Fig. 9, dent latérale supérieure ; fig. 10, dent latérale inférieure].
11. — **Notidanus primigenius** AG. — Saint-Médard-en-Jalle (Caupian) (Gironde). Burdigalien inférieur. Collection Duvergier. Dent antérieure de la mâchoire supérieure vue par la face interne, grandeur naturelle.
- 12-13. — **Ginglymostoma Delfortriei** DAIMERIES. — Saucats (Pont-Pourquey) (Gironde). Burdigalien supérieur. Collection Duvergier. Dents vues au double de la grandeur. — [Fig. 12, par la face interne ; fig. 13, par la face externe].
14. — **Labrodon** sp. — Saint-Médard-en-Jalle (Gironde). Burdigalien. Collection Duvergier. Pharyngien supérieur, vu au triple de la grandeur.
15. — **Trigonodon Oweni** SISMONDA. — Saucats (le Pelloua) (Gironde). Burdigalien inférieur. Collection Degrange-Touzin. Incisive vue au double de la grandeur.
16. — **Trigonodon Oweni** SISMONDA. — Labrède (Moras) (Gironde). Même collection. Burdigalien. Incisive vue au double de la grandeur.
17. — **Diodon** sp. — Canéjan (Haut Bouscat) (Gironde). Burdigalien inférieur. Collection Duvergier. Plaque masticatrice vue au double de la grandeur.

Les figures du texte et les clichés de la planche ont été faits par M. J. Papoint, préparateur au Muséum national d'Histoire naturelle de Paris.

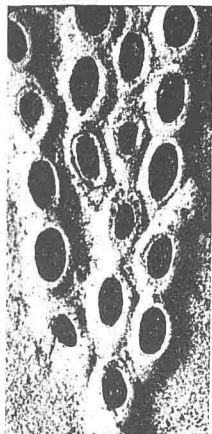
NOTE DE F. Priem



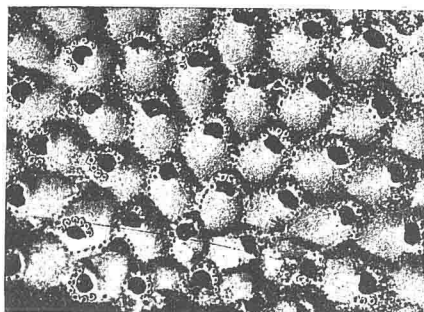
PHOTOCOLOGR. TORTELLIER ET Co., ARQUEIL, PRÈS PARIS.

EXPLICATION DE LA PLANCHE IV

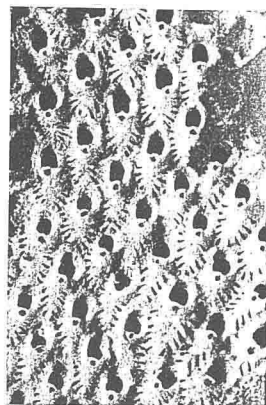
- FIG. 1. — **Electra monostachys** BUSK. $\times 25$. Stampien de Fresnes-les-Rungis..... p. 147
- FIG. 2. — **Electra concatenata** REUSS. $\times 25$. Stampien de Fresnes-les-Rungis..... p. 148
- FIG. 3. — **Cribrilina puncturata** BUSK. $\times 25$. Stampien de Fresnes-les-Rungis..... p. 148
- FIG. 4. — **Mucronella (?) Hornesi** REUSS. $\times 25$. Stampien de Fresnes-les-Rungis..... p. 149
- FIG. 5. — **Porella excentrica** REUSS, var. *rarecostulata* nov. $\times 25$. Stampien de Fresnes-les-Rungis..... p. 150
- FIG. 6. — **Porella excentrica** REUSS, var. *rarecostulata* nov. $\times 25$. Stampien de Fresnes-les-Rungis..... p. 150
L'olocyste des ovicelles est brisé.
- FIG. 7, 8, 9. — **Hippoporina Hardouini** n. sp. $\times 35$. Stampien de Fresnes-les-Rungis..... p. 149
7. L'olocyste de l'ovicelle est recouvert d'un trémocyste compact.
8. Grandes zoécies.
9. Zoécies étroites.



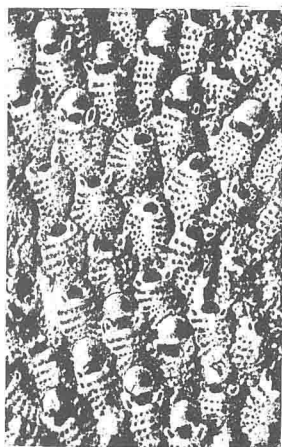
1



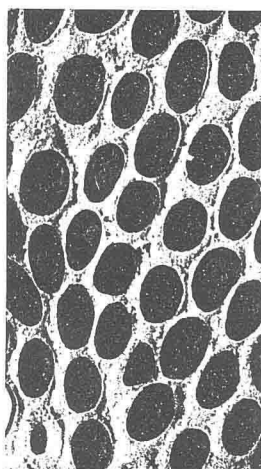
2



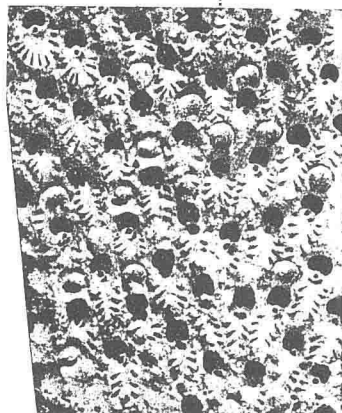
5



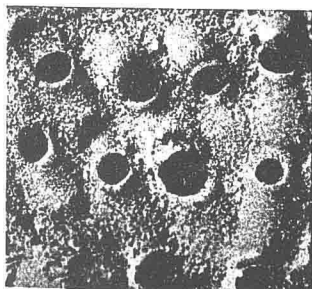
3



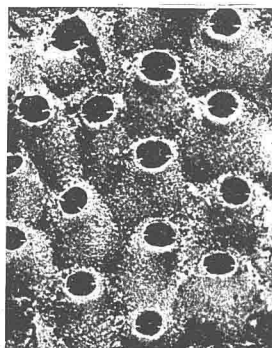
6



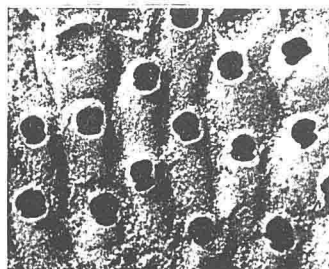
8



7

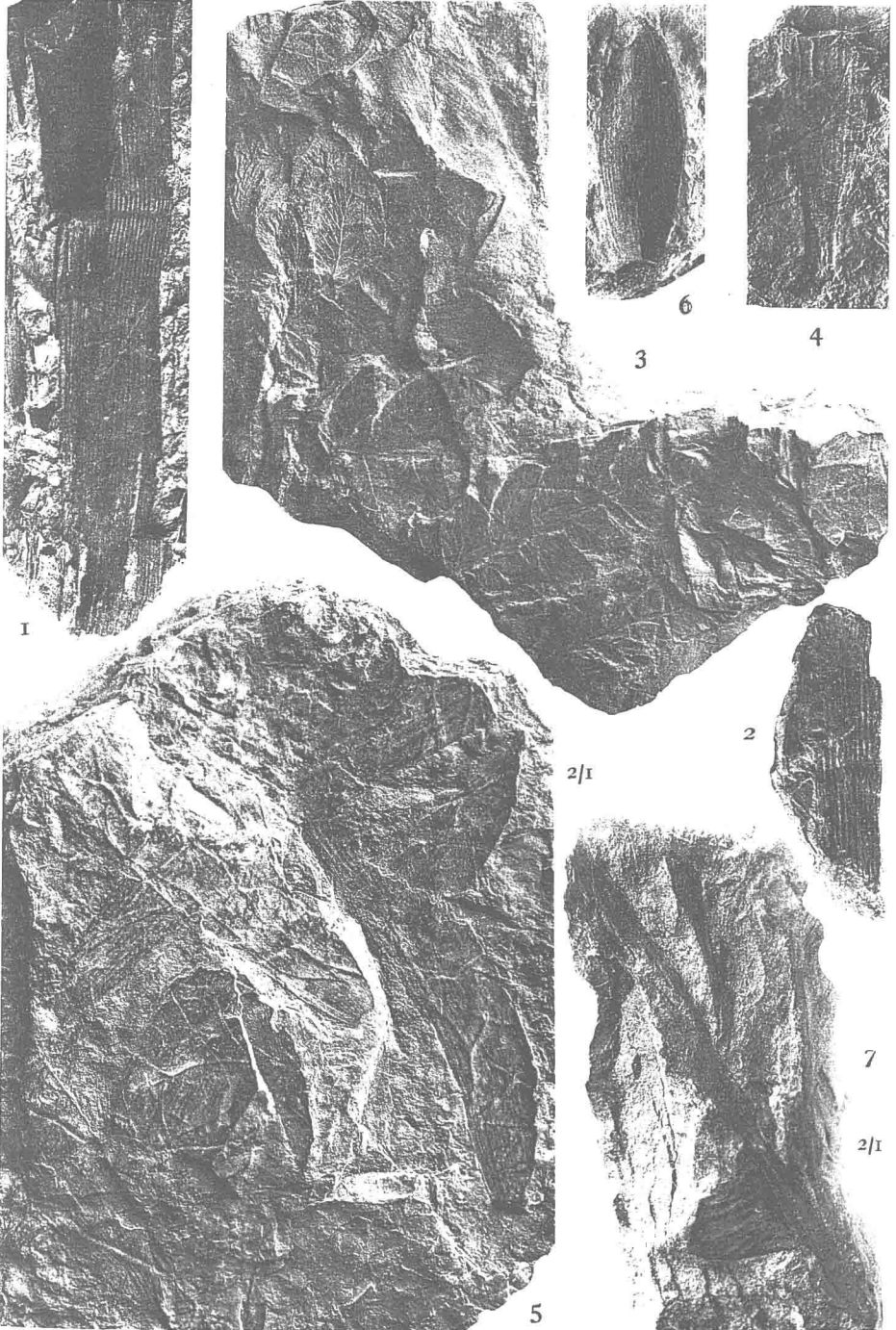


9



EXPLICATION DE LA PLANCHE V

- FIG. 1-2. — **Schizoneura Carrerei** ZEILLER. — Deux fragments de tiges, pourvus chacun d'une région nodale (Liao Kao Chao : Se-tschuen).
3. — **Chadophlebis nebbensis** BRONGNT., sp. — Fragments de penes (Cha Koan Tchang : Se-tschuen).
- 4-5. — **Podozamites cf. distans** PRESL., sp. — Foliolles (Litze Pin : Se-tschuen). La foliole de la figure 4 montre nettement son extrémité proximale rétrécie.
6. — **Podozamites cf. distans** PRESL. — Empreinte d'une foliole incomplète à son extrémité inférieure où l'on remarque une autre foliole plus petite (Ki Long : Se-tschuen).
7. — **Pterophyllum** sp. — Fragment de rachis auquel adhère, du côté gauche, une pinnule unique dont le mode d'insertion et la nervation permettent d'affirmer que l'on a affaire au genre *Pterophyllum* (Lang Pa Pou : Yunnan).



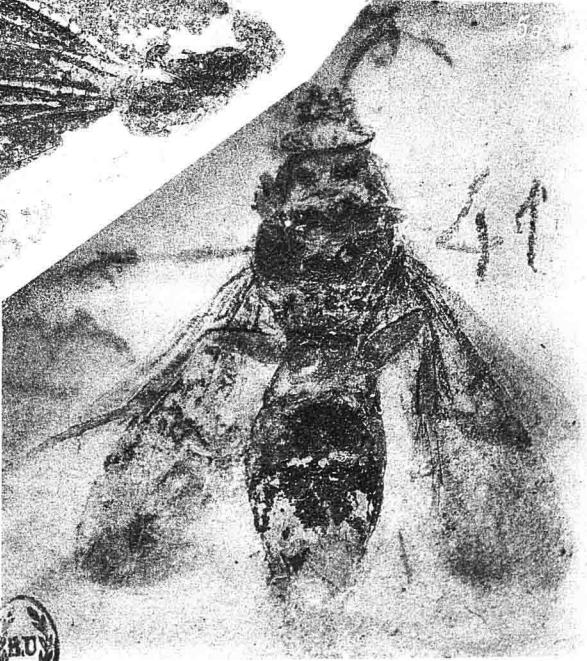
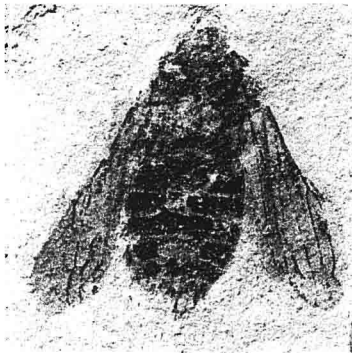
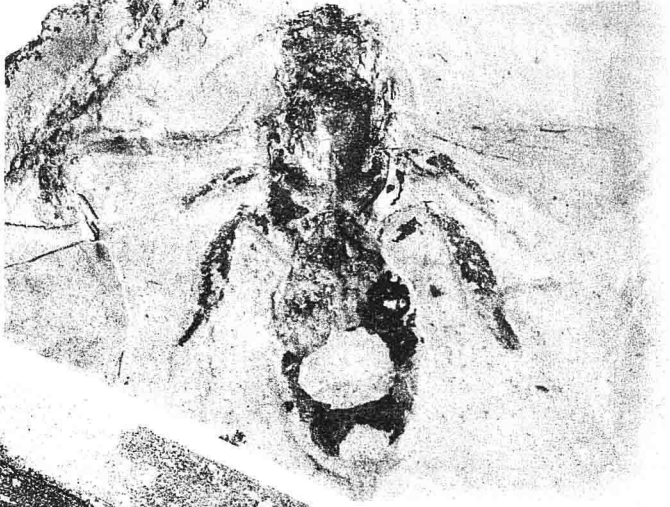
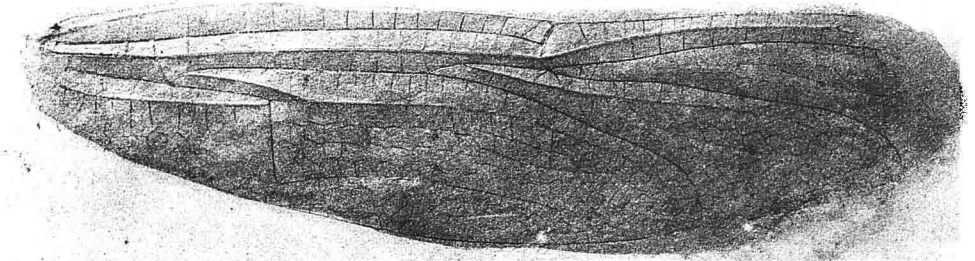
CLICHÉS TORTELLIER ET Co.



PHOTOCOLOGR. TORTELLIER ET Co., ANCEUIL, PRÈS PARIS.

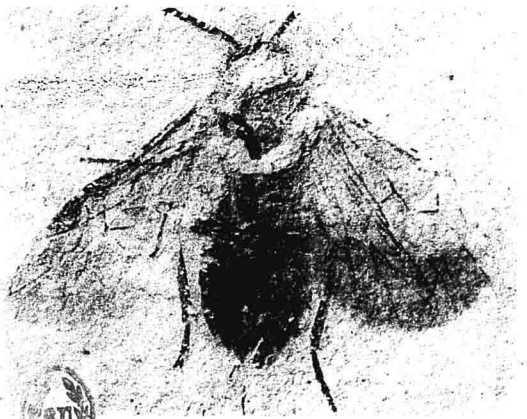
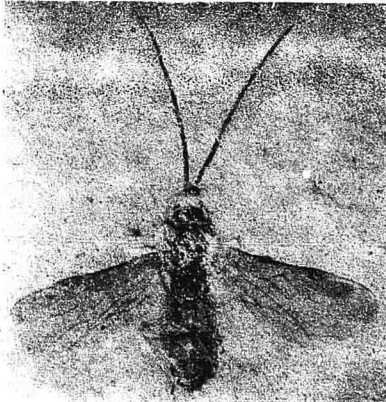
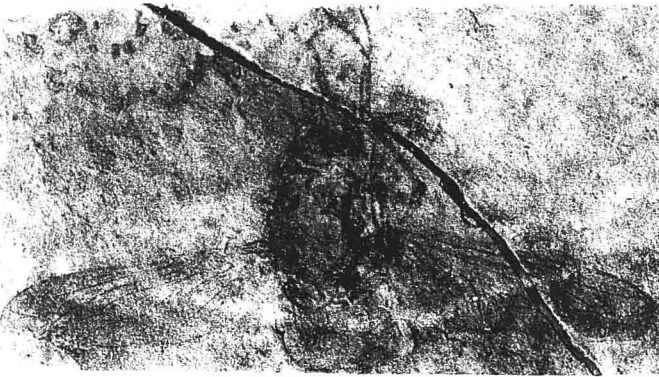
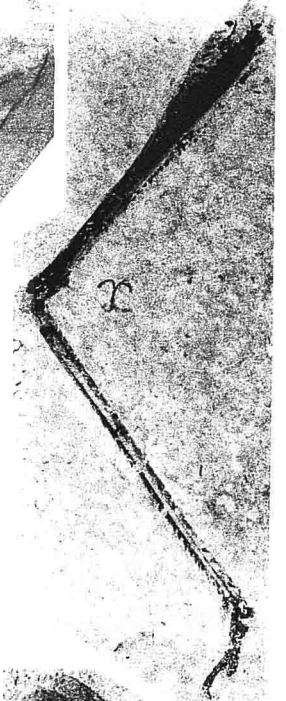
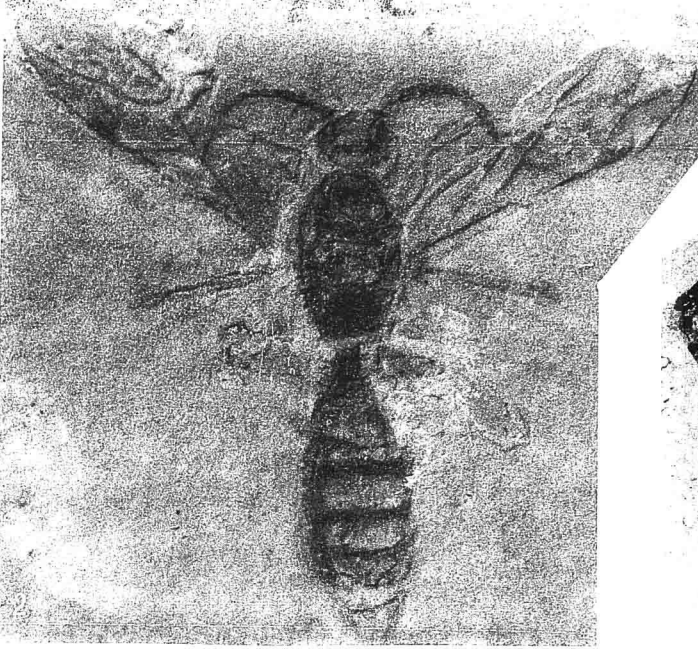
EXPLICATION DE LA PLANCHE VI

- Fig. 1. — **Libellula Martini** n. sp. — Musée de Marseille. — gr. 2/1.
2. — **Calopteryx sannoisiensis** n. sp. — Musée de Marseille. — gr. 2,5/1.
3. — **Velia Bouatia** n. sp. — Musée d'Aix. — gr. 4/1.
4. — **Euacanthus bellus** n. sp. — Musée de Marseille — gr. 4/1.
5. — **Anthophorites mellona** n. sp. — Musée de Marseille. — gr. 4/1.
- 5a. — — — — — — — —



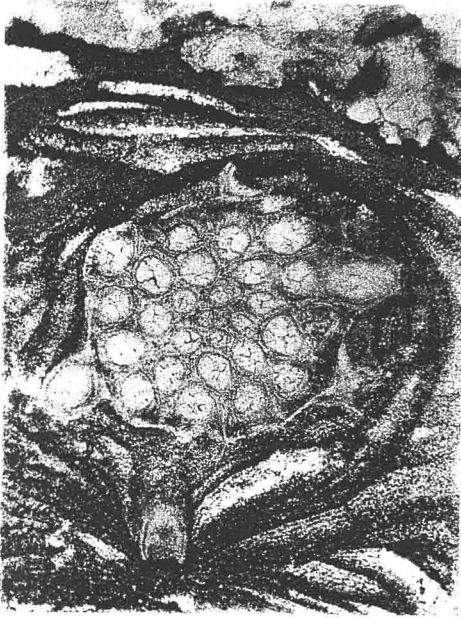
EXPLICATION DE LA PLANCHE VII

- Fig. 1. — **Decticus antiquus** n. sp. — Musée de Marseille. — gr. 2/1.
2. — **Ichneumon sublongævus** n. sp. — Musée de Marseille. — gr. 4/1.
3. — **Bracon Vasseuri** n. sp. — Musée de Marseille. — gr. 5/1.
4. — **Hylotomites robusta** n. sp. — Musée de Marseille. — gr. 6/1.
5. — **Palæogeron vetustus** n. sp. — Musée de Lyon. — gr. 4/1.
6. — **Tetragoneura sannoisiensis** n. sp. — Musée de Lyon. — gr. 8/1.

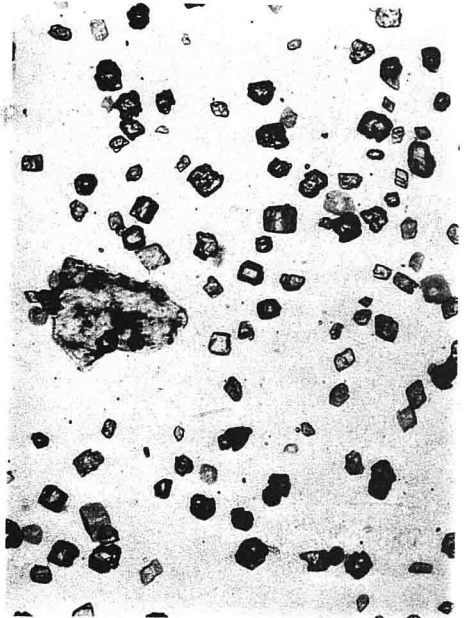


EXPLICATION DE LA PLANCHE VIII

- Fig. 1. — Coupe en lame mince d'un calcaire à Mélobésies tortonien des environs d'Oran : Mélobésies étreignant un Bryozoaire (*Radiopora prolifera*). — Grossissement : 45 diam.
2. — Calcaire magnésien pulvérulent (pierre brune) du Lutétien supérieur de Campbon, traité par l'acide chlorhydrique étendu : la calcite est dissoute en grande partie, les cristaux sont de la dolomite ; un grain de quartz apparaît relativement gros. — Grossissement : 100 diam.
3. — Même calcaire traité par le chromate d'argent : les parties noires sont de la calcite, les cristaux sont de la dolomite. — Grossissement : 100 diam.
4. — Coupe en lame mince d'un calcaire à Mélobésies sahélien d'Oran traitée par le chromate d'argent : les parties noires, y compris les noyaux des cristaux de dolomite, sont de la calcite. — Grossissement : 100 diam.



1



2



3



4



EXPLICATION DE LA PLANCHE IX

I. *Stade d'éclosion de la dolomite dans le calcaire pisolitique de Montainville.*

Fig. 1. — Champ de Mélobésies autour d'un Foraminifère. — Grossissement : 45 diam.

2. — Agrandissement d'une partie de la figure précédente sur le bord d'une Mélobésie. — Grossissement : 120 diam.

3. — Agrandissement d'une autre partie de la figure 1 dans l'intervalle de deux Mélobésies. — Grossissement : 120 diam.

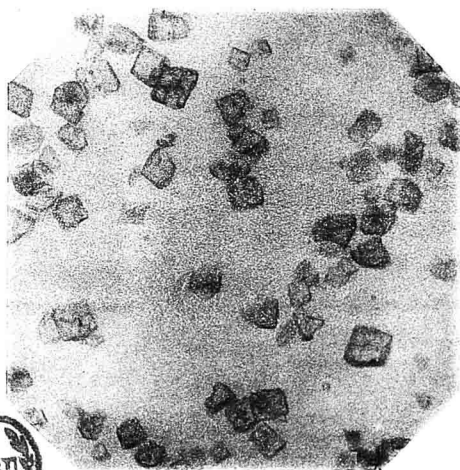
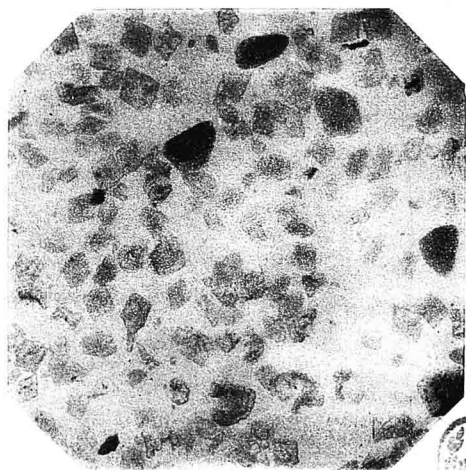
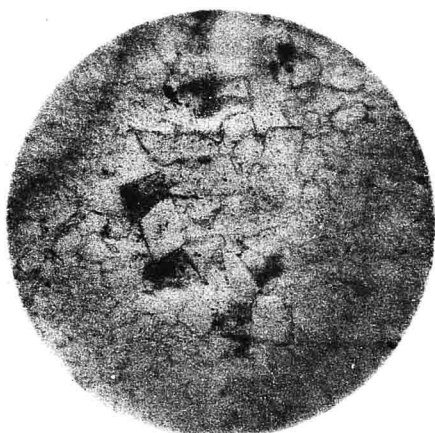
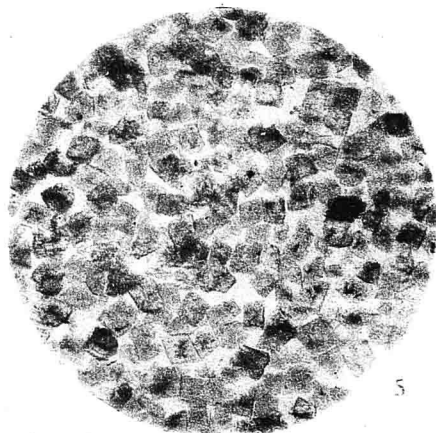
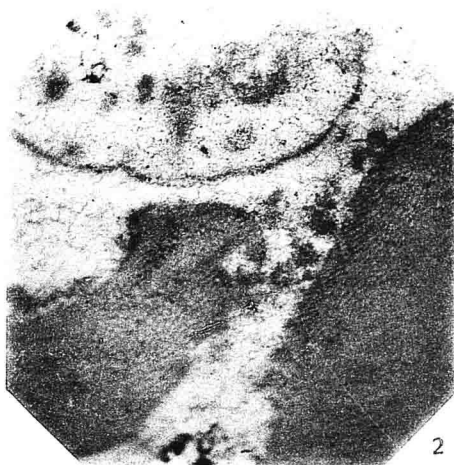
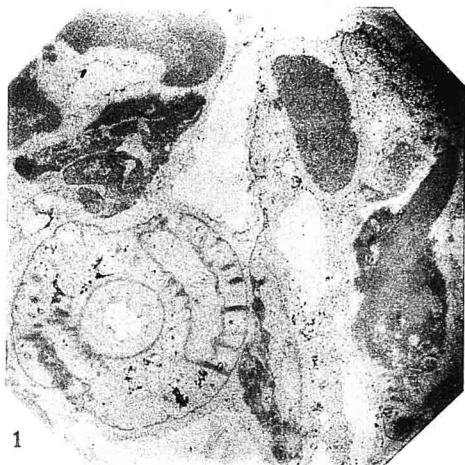
II. *Stade de maturité de la dolomite dans la couche dolomitique de la craie sénonienne de Beynes.*

4. — Résultat de la coloration d'un échantillon dur par le nitrate de cobalt (la calcite apparaît en noir, et la dolomite conserve sa transparence). — Grossissement : 100 diam.

5. — Même mode de préparation pour un échantillon presque pulvérulent et plus riche en magnésie. — Grossissement : 100 diam.

6. — Résultat de l'attaque de l'échantillon ci-dessus par l'acide chlorhydrique étendu. — Grossissement : 100 diam.

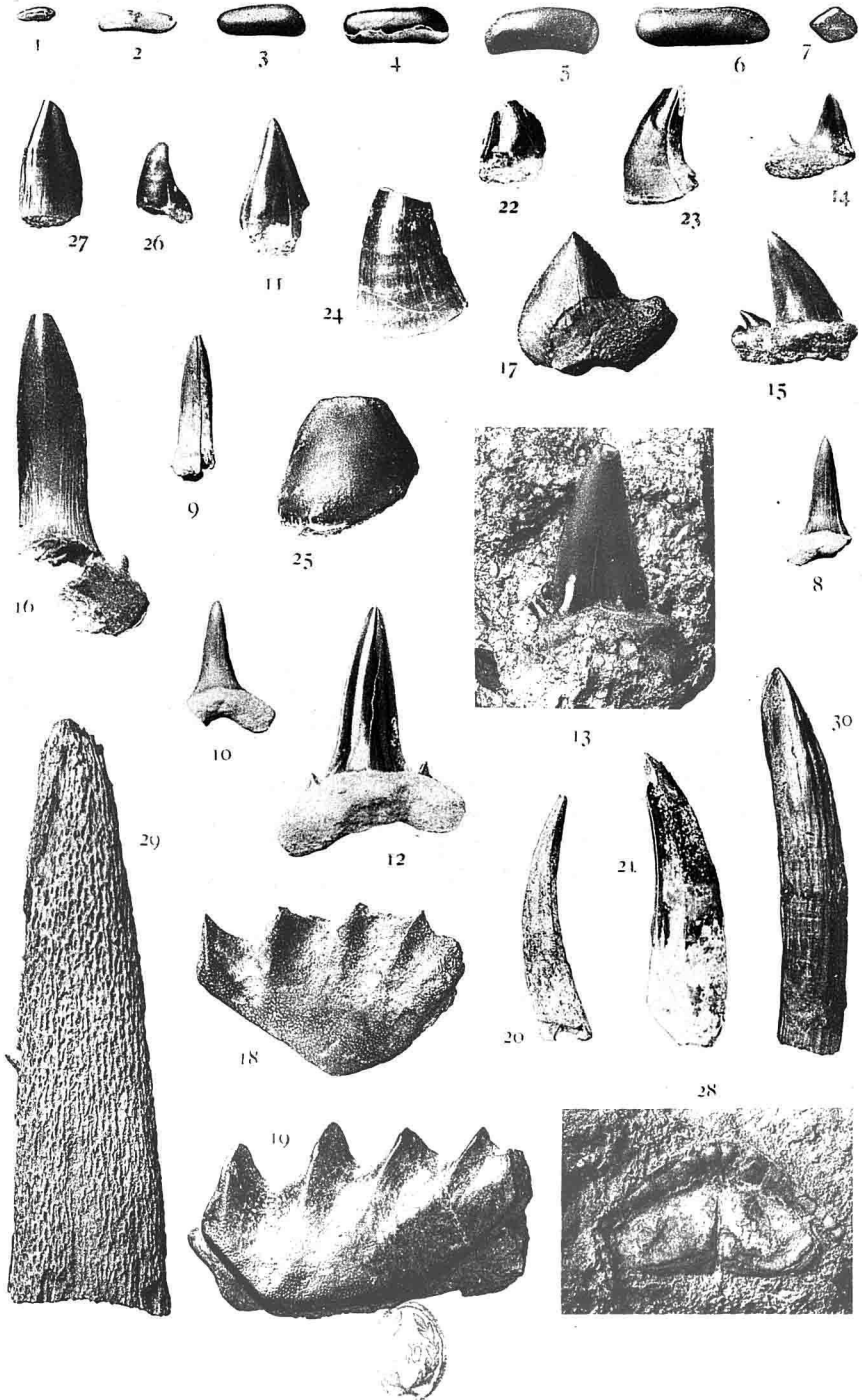
Les clichés de ces microphotographies sont dus à M. PELOURDE.



EXPLICATION DE LA PLANCHE X

- FIG. 1-2. — **Anomoeodus angustus** Ag. sp. — Dents principales isolées. Turonien. El Gaa (Abou Roach), Muséum, collection de Paléontologie.
3. — *Id.* — Dent principale isolée. Santonien. Abou Roach, même collection.
- 4-6. — *Id.* — Dents principales isolées. Santonien. Abou Roach, même collection.
7. — *Id.* — Dent des rangées latérales. Turonien. El Gaa (Abou Roach), même collection.
8. — **Scapanorhynchus raphiodon** Ag. sp. — Dent vue par la face interne. Santonien. Abou Roach, même collection.
- 9-10. — *Id.* — Dents vues par la face interne. Santonien. Berak el Gazal (Abou Roach), même collection.
11. — **Lamna appendiculata** Ag. sp. — Fragment de dent vu par la face interne. Campanien, couche phosphatée des environs de Quft (Hte-Égypte), « Geological Museum » du Caire.
12. — *Id.* — Dent latérale inférieure vue par la face interne. Campanien de la couche phosphatée de l'Ouadi Oum Hemaïet, désert arabique, même collection.
13. — **Lamna** aff. **appendiculata** Ag. sp. — Dent latérale supérieure vue par la face externe. Campanien, couche phosphatée du Gebel Safariat, Sinaï, même collection.
- 14-15. — **Lamna serra** A.-S. WOODWARD. — Dents vues par la face interne. Campanien du Gebel Lift (Oasis Dachel). Muséum, collection de Paléontologie.
16. — **Lamna rapax** ? QUASS. — Dent antérieure vue par la face interne. Même provenance, même collection.
17. — **Corax pristodontus** Ag. — Dent vue par la face interne. Même provenance, même collection.
- 18-19. — **Ceratodus Humei** n. sp. — Campanien, couche phosphatée des environs de Quft (Hte-Égypte). « Geological Museum » du Caire. Dents vues par la face orale (fig. 18, dent palatine gauche; fig. 19, dent mandibulaire droite), même collection.
- 20-21. — *Dents de Plésiosaouriens*. Campanien, couche phosphatée des environs de Quft (Hte-Egypte), même collection.
- 22-25. — *Dents de Mosasaouriens* ? Campanien, couche phosphatée de l'Ouadi Oum Hemaïet, désert arabique, même collection.
26. — **Ancistrodon armatus** P. GERVAIS, sp. — Dent incomplète, vue latérale. Eocène moyen, Lutétien du Mokattam, carrières de Qayt-bay, même collection.
27. — **Cybium** ? sp. — Dent vue par la face interne, même provenance, même collection.
28. — **Diodon Hilgendorfi** DAMES, sp. — Plaque masticatrice avec dents marginales. Éocène moyen, au Nord du Birket el Qarun (Fayoum), abbé P. Teilhard de Chardin.
29. — *Piquant de Siluridé* vu latéralement. Auversien ou Bartonien inférieur, escarpement au Nord du Birket el Qarun (Fayoum), « Geological Museum » du Caire.
30. — *Dent antérieure de Mammifère ongulé*. Même provenance, même collection.

Toutes les pièces sont figurées grandeur naturelle. Les clichés de la planche et les figures du texte ont été exécutés par M. J. Papoint, préparateur au Muséum.



EXPLICATION DE LA PLANCHE XI

- FIG. 1, 2. — **Toucasia præcarinata** H. DOUVILLÉ, de Brouzet.
Deux valves supérieures montrant la charnière ; la lame myophore postérieure *mp.* est sur le prolongement du plancher cardinal.
- FIG. 3, 4. — **Toucasia carinata** MATH., d'Orgon.
- FIG. 5. — **Toucasia Lonsdalei** Sow., d'après un moulage du type.
On voit que la lame myophore de la valve supérieure est notablement écartée du plancher cardinal.
- FIG. 6. — **Requienia Pellati** PAQUIER, de Brouzet.
La crête postérieure P est remarquablement saillante ; la valve supérieure quoique fortement surhaussée est encore nettement carénée et présente une région postérieure bien distincte.
- FIG. 7. — **Requienia Pellati** PAQUIER, de Brouzet.
Autre échantillon montrant la région antérieure et la forte crête V qui limite la surface de fixation ; elle se prolonge jusqu'au limbe.
- FIG. 8. — **Requienia gryphoides** MATH. de Brouzet.
Echantillon montrant le large bourrelet qui occupe la partie de la zone E voisine de l'interbande.
- FIG. 9. — **Requienia ammonia** d'Orgon.
Echantillon montrant le même bourrelet, mais moins saillant.

E, S, zones siphonales.

I, sillon de l'interbande.

P, sillon ou crête postérieure, limitant la zone siphonale E.

V, crête limitant la surface de fixation.



EXPLICATION DE LA PLANCHE XII

Fig. 1, 2, 3. — **Sphærocœlia incrassata** D'ORBIGNY, du Cénomanién de la Hève.

La figure 1 montre la vue extérieure et le rétrécissement de la dernière chambre; les figures 2 et 3 sont des coupes montrant les oscules à bords un peu épaissis; la figure 2 présente des vésicules accessoires dans les 2 dernières chambres (gr. 2 fois).

Fig. 4, 5. — **Barroisia anastomosans** MANT.

Section du calcaire noir de l'Aptien de Bize (Hautes-Pyrénées) montrant la lame criblée extérieure, les planchers successifs et le tube central; dans le coin supérieur gauche de la figure 4 on distingue la rangée d'ouvertures circulaires mettant en communication les chambres et le tube central (gr. 2 fois).

Fig. 6. — **Barroisia Bertrandi**, n. sp. de l'Aptien-Albien de St-Antoine de Galamus.

Echantillon montrant les fentes longitudinales du tube central (gr. 2 fois).

Fig. 7. — **Thalamopora vesiculosa** MICH., du Cénomanién du Mans.

Echantillon montrant les chambres rayonnant du tube central, chacune d'elles communiquant avec celui-ci par une fente oblique (gr. 2 fois).

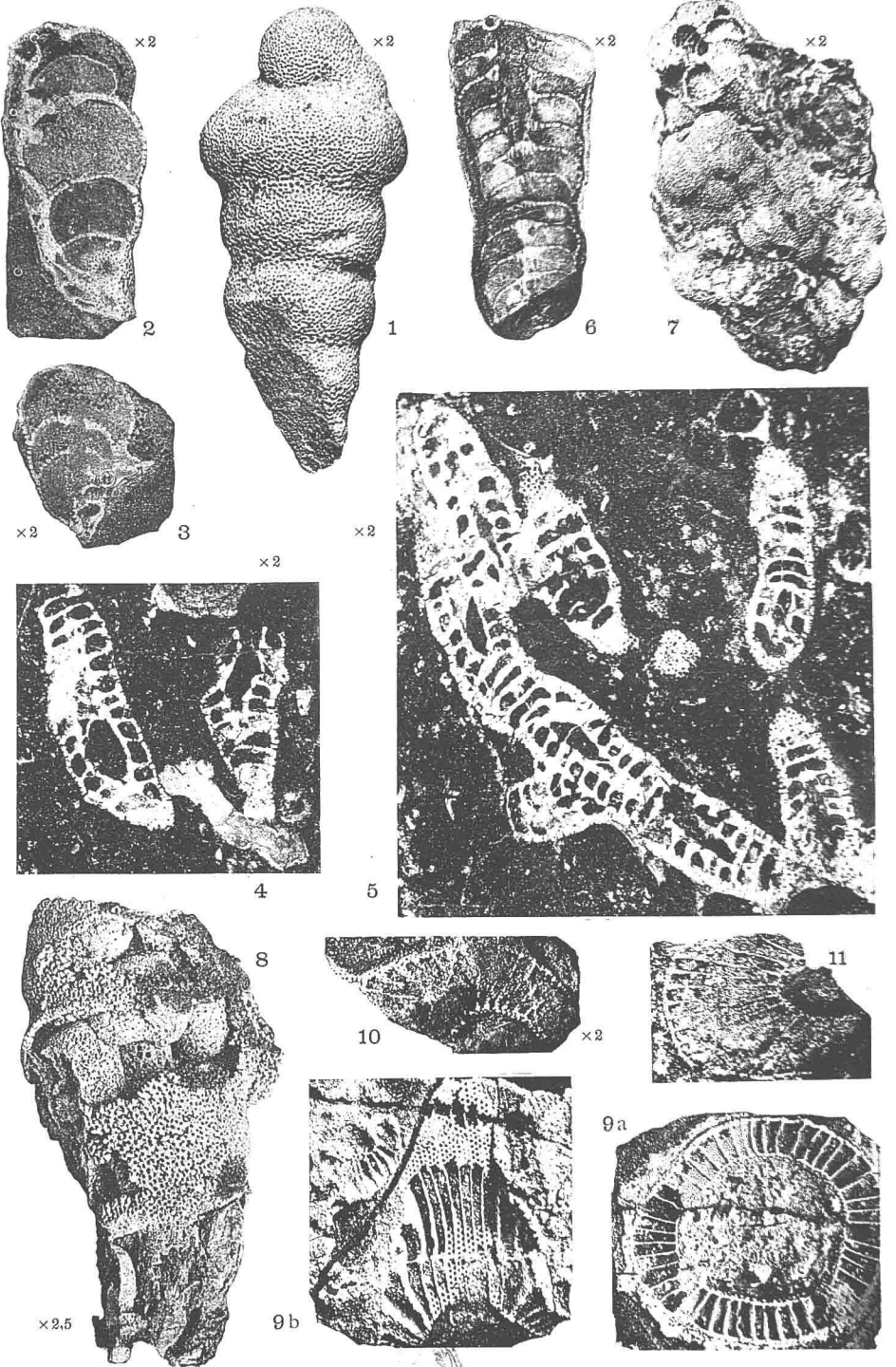
Fig. 8. — **Amblysiphonella** de Kalian Kouh (Perse).

Figure reproduite d'après la planche xxvii de la Mission de Morgan, montrant la muraille poreuse, les vésicules accessoires et les perforations du tube central (gr. 2, 5).

Fig. 9. — **Coscinocyathus** du calcaire à *Archæocyathus* de l'Australie du Sud, d'après un échantillon communiqué par M. Howchin.

a, Section montrant les deux murailles criblées, les cloisons rayonnantes qui les relie et un des planchers transversaux, constitué par une lame finement criblée; — b, le même échantillon montrant les pores réguliers des deux murailles et un plancher transversal; les cloisons sont également criblées de pores.

Fig. 10, 11. — Deux autres individus de la même plaque, montrant les cloisons rayonnantes; la figure 11 montre un tube central plus étroit et comparable à celui des *Amblysiphonella*.

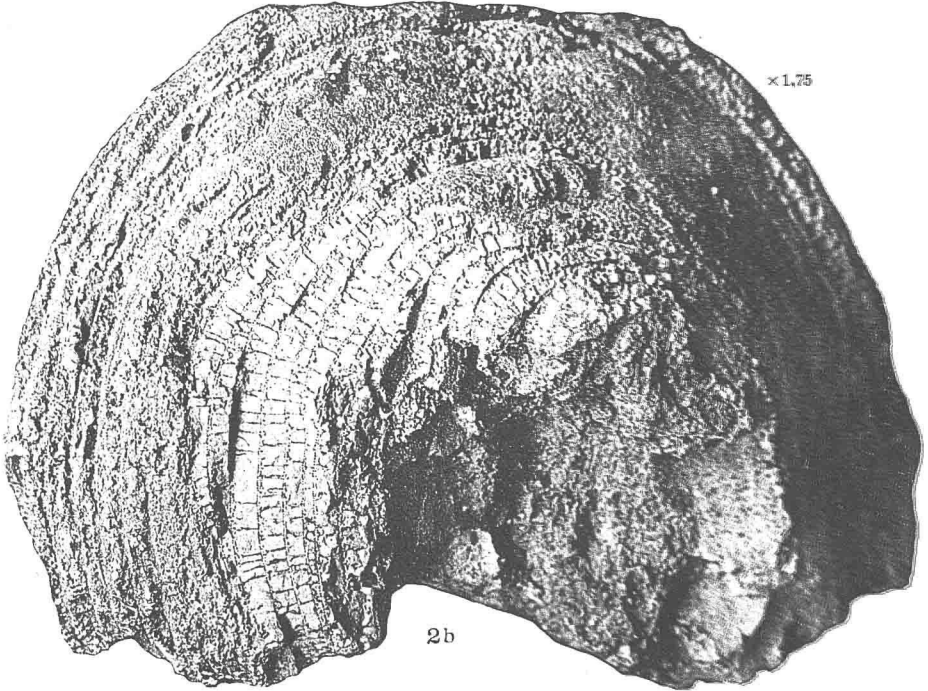
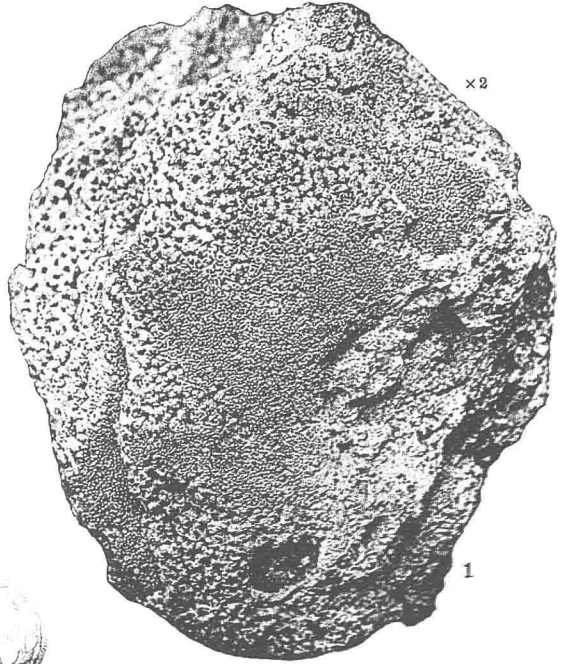


EXPLICATION DE LA PLANCHE XIII

Veticillites cretaceus DEFRANCE, du calcaire à Baculites du Cotentin.

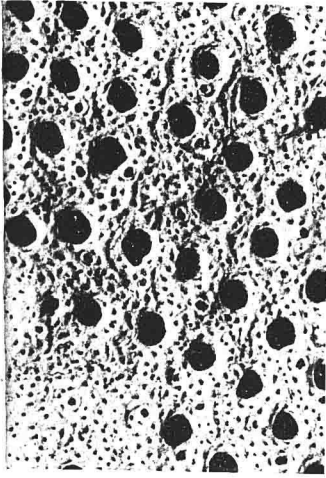
Fig. 1. — Echantillon à l'état de moule montrant la lame criblée qui constitue la paroi antérieure des chambres, et les sections (en noir) des nombreux piliers qui s'étendent normalement de cette paroi à la chambre précédente (gr. 2 fois).

Fig. 2. — Section d'un autre échantillon à oscules multiples ;
a, on distingue les chambres successives basses et très larges avec leurs piliers, vers le milieu, la section montre un des tubes, avec les rangées en verticilles des ouvertures circulaires qui mettent ce tube en communication avec chaque loge.
b, autre vue du même échantillon, montrant les loges et les piliers, prenant leur point de départ sur la lame criblée antérieure (gr. 1, 75).

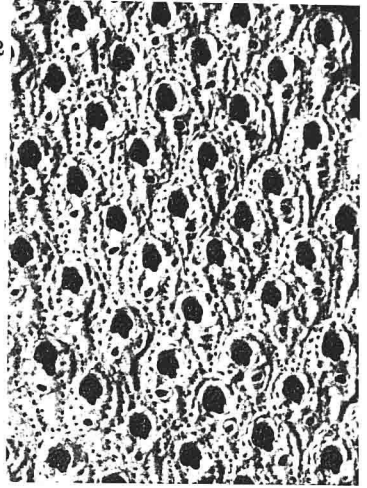


EXPLICATION DE LA PLANCHE XIV

- Fig. 134. — **Metrarabdotos heteromorphum** REUSS. Rupélien de Gaas.
Coll. Canu. X 25..... p. 472
1, vieilles zoécies; 2, jeunes zoécies; 3, intérieur des zoécies;
4, zoécies ovariennes.
5. — **Farcimia hians** REUSS. Rupélien de Gaas. D'après Reuss. p. 466
6. — **Tubucellaria bipartita** REUSS. Rupélien de Gaas. D'après
Reuss..... p. 469
- 7, 8. — **Lobopora cingulata** REUSS. Rupélien de Gaas. Coll. Canu.
X 25..... p. 470
- 9, 10. — **Scrupocellaria appendiculata** REUSS. Rupélien de Gaas.
D'après Reuss..... p. 466
- 11, 12. — **Diplodidymia complicata** REUSS. Rupélien de Gaas. D'après
Reuss..... p. 467



1



2

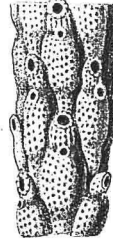


3

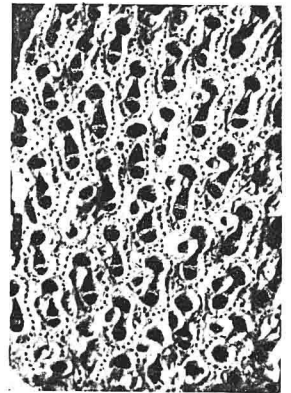
5



6



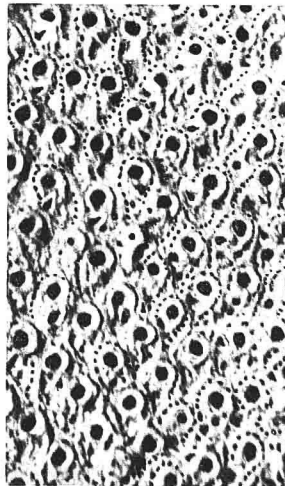
7



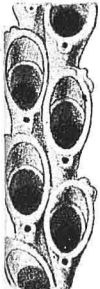
4



8



9



10



11



12

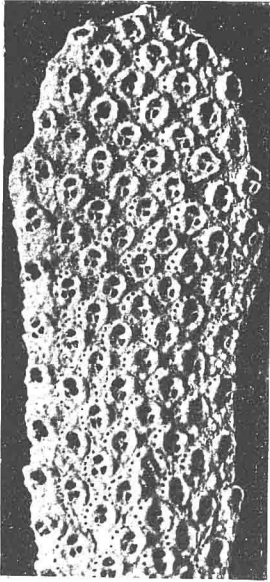


Clichés G. Pilarski

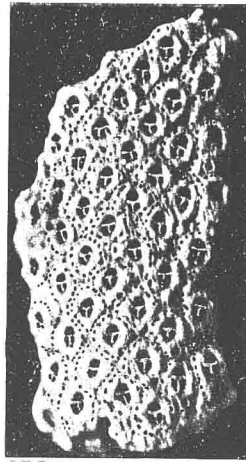


EXPLICATION DE LA PLANCHE XV

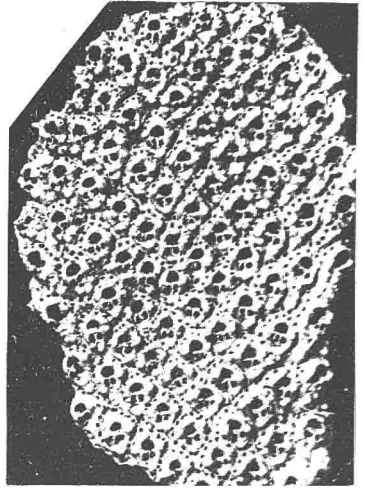
- Fig. 1-3. — **Adeonella ornatissima** STOLICZKA. Rupélien de Gaas. Coll.
Canu. × 25..... p. 471
1, (en haut) jeunes zoécies ; 3, zoarium à nombreuses génésies.
- 4, 5. — **Hippoporina?** **Sandbergeri** REUSS. Rupélien de Gaas.
D'après Reuss..... p. 473
6. — **Schizoporella ? sinuosa** REUSS. Rupélien de Gaas.
D'après Reuss..... p. 473
7. — **Rhagasostoma spinifera** CANU. Rupélien de Gaas. Coll.
Canu. × 25..... p. 469
8. — **Lichenopora hispida** FLEMING. Rupélien de Gaas. Coll.
Canu. × 25..... p. 474



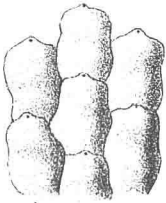
1



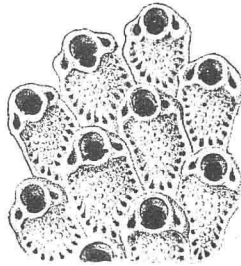
2



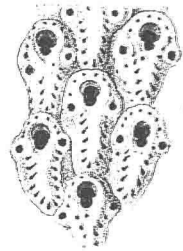
3



4



5

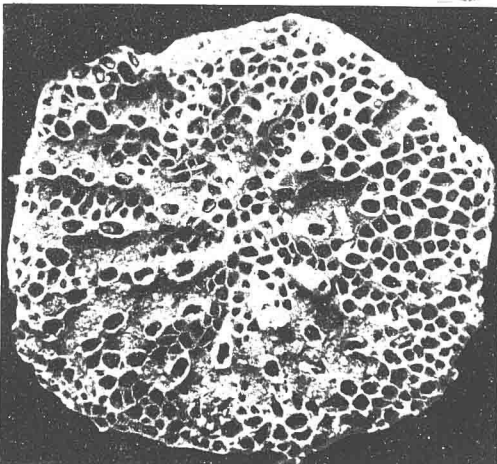


6

8

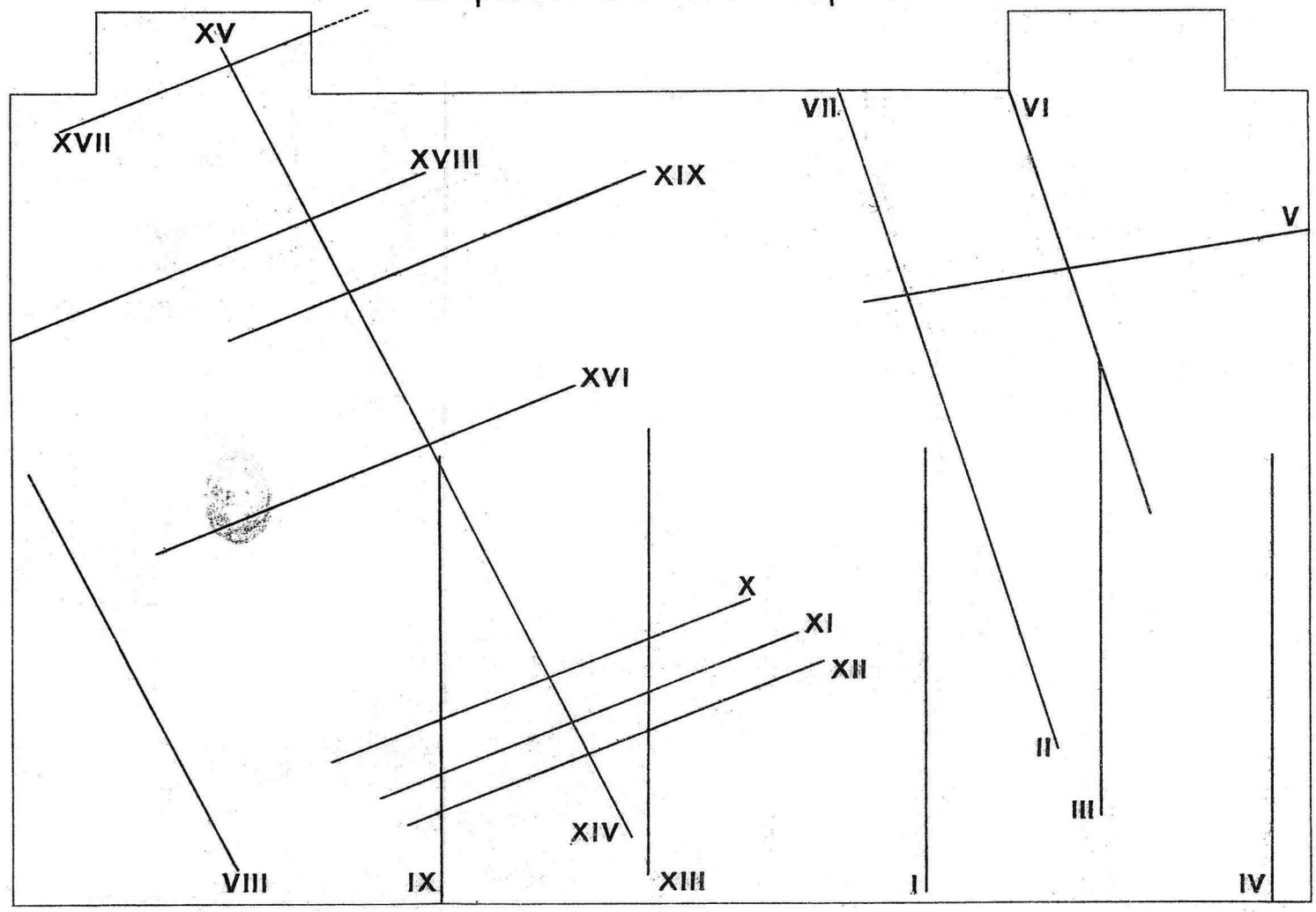


7






















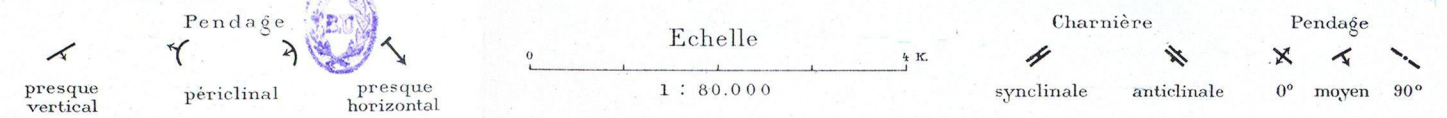
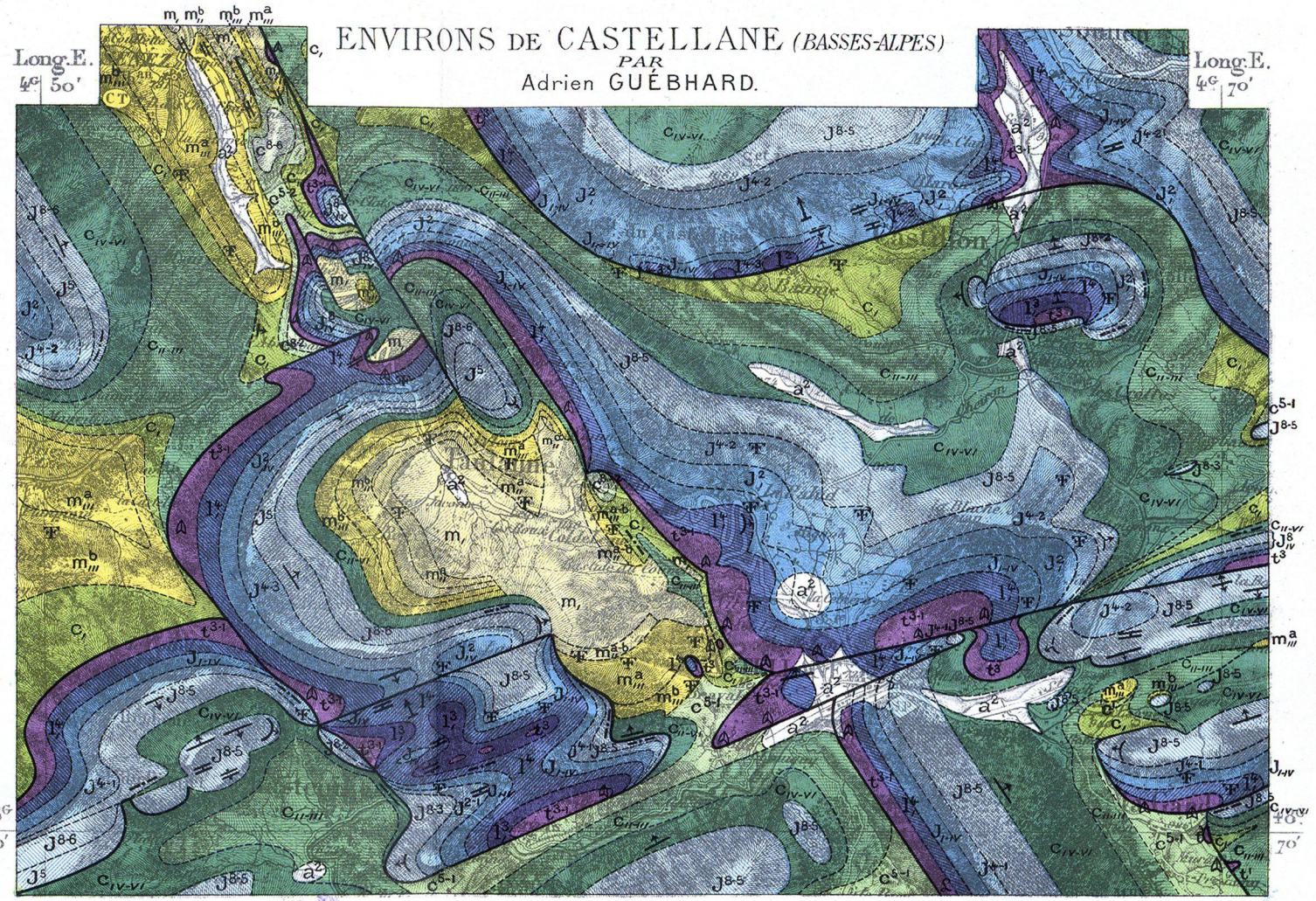
Clichés G. Pilarski

Emplacement des Coupes






















Légende

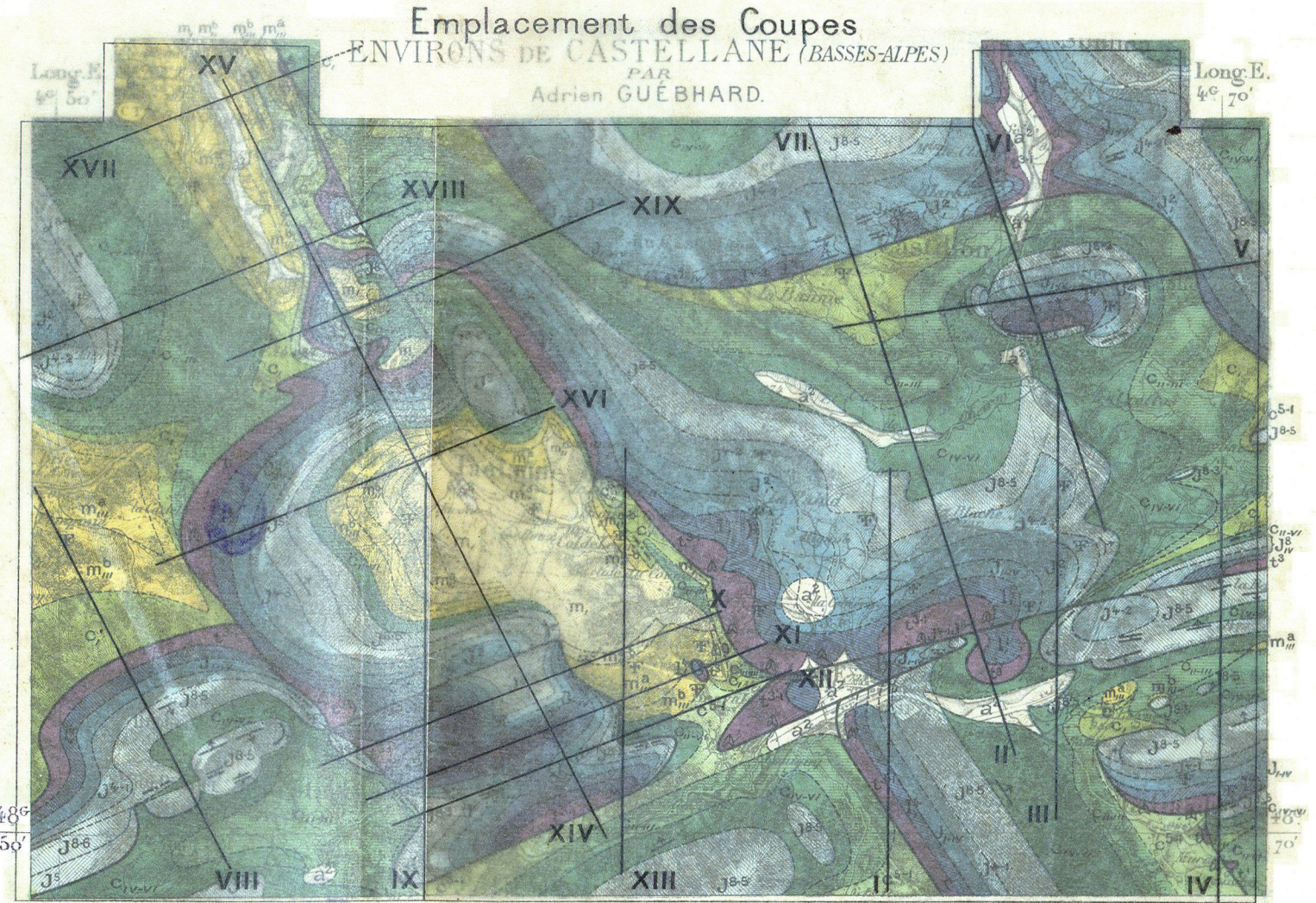
		
Conglomerats récents Alluvions	Sénonien Turonien	Calc. tithonique Calc. à silex
		
Mollasse rouge Poudingue Marnes	Cénomannien Albien ?	Marno-calcaires supérieurs
		
Calc. et silex à <i>Nyct. Duchasteli</i>	Gault glaucouneux	Marnes noires
		
Calc. gréseux à <i>Natica Garnieri</i>	Aptien marneux	Marno-calcaires inférieurs
		
Marnes à <i>O. Brongn.</i> Calc. flyschoides	Barrémien	Lias siliceux
		
Calc. gréseux Marne à <i>Cerith.</i> Conglomerats	Hauterivien Valanginien Berriasien	Lias marno-calcaire Infralias
	Trias Marnes vertes Cargn. et gypse	



16

Légende

		
Conglomérats récents Alluvions	Sénonien Turonien	Calc. tithonique Calc. à silex
		
Mollasse rouge Poudingue Marnes	Cénomaniens Albien ?	Marno-calcaires supérieurs
		
Calc. et silex à <i>Nyst. Duchasteli</i>	Gault glauco-gris	Marnes noires
		
Calc. gréseux à <i>Natica Carnieri</i>	Aptien marneux	Marno-calcaires inférieurs
		
Marnes à <i>O. Bronni</i> Calc. flyschoides	Barrémien	Lias siliceux
		
Calc. gréseux Marne à <i>Cerith.</i> Conglomérats	Hauterivien Valanginien Berriasien	Lias marno-calcaire Infra-lias
	Trias Marnes vertes Carén. et Gypse	



Echelle 1 : 80.000

 presque vertical	 périalinal	 presque horizontal	 synclinale	 anticlinale	 0°	 moyen	 90°
----------------------	----------------	------------------------	----------------	-----------------	--------	-----------	---------